

RAPPORT LNR 4244-2000

# Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1999



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1999.  (Monitoring of River Otra, 1999)	Løpenr. (for bestilling) 4244-2000	Dato Juni 2000	
	Prosjektnr. Undernr. O-97034	Sider 56	Pris kr 100,-
Forfatter(e) Kaste, Ø., Larsen, B.M. (NINA), Lindstrøm, E-A. og Aanes, K.J.	Fagområde Vassdragsundersøk.	Distribusjon	
	Geografisk område Agder	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Vest-Agder, Vassdragsrådet for Nedre Otra, Otra Laxefiskelag, Fylkesmannen i Aust-Agder.	Oppdragsreferanse
--	-------------------

**Sammendrag**

Otra overvåkes årlig for å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen. Elva var i 1999 ubetydelig påvirket av næringssalter og organisk stoff, men fortsatt markert påvirket av forsuring. Siden midten av 1980-tallet er surheten redusert på alle stasjoner, og konsentrasjonene av fosfor og organisk stoff er betydelig redusert nedstrøms Vigeland. På tross av at den generelle vannkvaliteten har bedret seg de senere årene, ble det registrert relativt kraftige forsuringsepisoder i den nedre delen av elva i 1999 (pH ned mot 5.3 ved Skråstad).

Etter at den avskjærende industriavløpsledningen ble tatt i bruk i 1995 har soppen *Fusarium aqueductum* mer eller mindre forsvunnet fra vassdraget, og den ble ikke observert i 1999. Etter at *Fusarium* forsvant har det imidlertid oppstått masseforekomster av en forsuringstolerant, trådformet grønnalge i elva. På grunn av de reduserte mengdene av lett nedbrytbart organisk materiale fra industrien er det etterhvert registrert mindre forekomst av nedbrytere / konsumenter (bakterier, sopp, protozoer og svamper) i begroingsamfunnet.

Ungfiskundersøkelsene i 1998 og 1999 har påvist rekruttering av laks og ørret i hele den lakseførende delen av Otra og i Høiebekken, Lonanebekken og Straisbekken. Det har vært en økning i tettheten av ørret- og laksyngel i 1999 sammenlignet med 1998. Det var imidlertid overraskende lav tetthet av eldre ørret- og laksunger i hovedvassdraget i 1999.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forurensningsovervåking</li> <li>2. Treforedlingsindustri</li> <li>3. Vannkraftutbygging</li> <li>4. Sur nedbør</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pollution monitoring</li> <li>2. Pulp and paper industry</li> <li>3. Hydro power development</li> <li>4. Acid precipitation</li> </ol>
---	---

  
Øyvind Kaste  
Prosjektleder

  
Brit Lisa Skjellvåle  
Forskningsleder

  
Nils Roar Sælthun  
Forskningsjef

## **Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1999**

## Forord

Overvåkingen av Otra har siden 1980 vært en del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensnings-tilsyn (SFT). SFT har fra og med 1998 kanalisert sine midler gjennom Fylkesmannen i Vest-Agder, som har administrert prosjektet. Kontaktperson hos Fylkesmannen har vært Janicke Nicolaisen. Ved siden av Fylkesmannen i Vest-Agder har også Vassdragsrådet for Nedre Otra, Otra Laxefiskelag og Fylkesmannen i Aust-Agder bidratt økonomisk til prosjektet i 1999.

Dreng Ose har tatt prøvene ved Ose, og teknisk etat i Evje og Hornnes kommune har tatt prøvene ved Evje. Vannprøver fra nedre Otra er samlet inn av Magne Aadnevik, Kristiansand Ingeniørvesen. Alle vannkjemiske analyser er foretatt på NIVAs laboratorium i Oslo. Bakterierprøvene fra nedre Otra er analysert av Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder.

Eli-Anne Lindstrøm har gjennomført begroingsundersøkelsene og skrevet kapittelet om begroing. Karl Jan Aanes har gjennomført bunndyrundersøkelser (finansiert direkte av Otra Laxefiskelag) og skrevet kapittelet om bunndyr.

Fiskeundersøkelsene ble gjennomført i felt av Hans Mack Berger, Jørn Enerud, Bjørn Mejdell Larsen og Terje Nøst (NINA). Randi Saksgård (NINA) har aldersbestemt og bearbeidet det innsamlede fiskematerialet. Gjelleprøver fra fisk for analyse av aluminiumskonsentrasjon er utført ved Norges landbrukshøgskole, Laboratorium for analytisk kjemi med Hans Christian Teien som faglig ansvarlig. Histologiske analyser er gjennomført av Agnar Kvellestad ved Veterinærinstituttet. Bjørn Mejdell Larsen har vært prosjektansvarlig for fiskedelen, og har skrevet kapittelet om fisk.

Grimstad, mai 2000

*Øyvind Kaste*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrunn og mål	9
1.2 Områdebeskrivelse	9
1.3 Materiale og metoder	12
1.4 Hydrologi	13
1.5 Status- industriutslipp fra Hunsfos Fabrikker 1999	15
<b>2. Vannkvalitet</b>	<b>17</b>
2.1 Forsuring	17
2.2 Næringssalter	20
2.3 Organisk stoff	23
2.4 Tarmbakterier	23
2.5 Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1999	26
<b>3. Bunndyr</b>	<b>27</b>
<b>4. Begroing</b>	<b>28</b>
4.1 Innledning	28
4.2 Resultater	28
<b>5. Fisk</b>	<b>34</b>
5.1 Innledning	34
5.2 Resultater	35
<b>6. Anbefalinger</b>	<b>42</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>43</b>
<b>Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem</b>	<b>45</b>
<b>Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi og bakterier</b>	<b>46</b>
<b>Vedlegg C. Primærdata – begroing</b>	<b>50</b>
<b>Vedlegg D. Primærdata – fisk</b>	<b>54</b>

## Sammen drag

Hovedformålet med overvåkingen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, spesielt i den nedre delen av elva. Undersøkelsene nedenfor Venneslafjorden er spesielt rettet inn mot å dokumentere vannkjemiske og biologiske endringer i Otra som resultat av reduserte industri- og kloakkutslipp. Resultatene fra overvåkingen danner i så måte grunnlag for eventuelle tiltak mot forurensning.

### Vannkvalitet

Det har vært en positiv vannkvalitetsutvikling i Otra på 1990-tallet. Konsentrasjonene av fosfor og organisk stoff er betydelig redusert nedstrøms Vigeland siden midten av 1980-tallet, og surheten har avtatt på alle de undersøkte stasjonene. I 1999 var samtlige stasjoner ubetydelig påvirket av næringssalter og organisk stoff (klasse I, "meget god"), men markert påvirket av forurensning (klasse III, "mindre god"). Stasjonen oppstrøms Hunsfoss og Otra ved Skråstad var hhv. moderat (klasse II) og markert ("klasse III) påvirket av tarmbakterier i 1999. Dette var klart lavere bakteriekonsentrasjoner enn i 1998 da stasjonene lå i hhv. klasse III og IV. Den hygieniske vannkvaliteten i 1999 var totalt sett den beste som er målt siden overvåkingen begynte i 1996, og fire av stasjonene hadde "god badevannskvalitet" i 1999 med hensyn til tarmbakterier.

De positive trendene i organisk stoff, fosfor og surhet skyldes en kombinasjon av den avskjærende industriavløpsledningen som ble tatt i bruk i 1995, forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor og redusert svovelledfall. Stasjonen ved Skråstad har hatt samme middelkonsentrasjon av TOC (organisk stoff) som stasjonen oppstrøms Hunsfoss i 1998 og 1999. Dette viser at TOC-bidraget fra industribedriftene nedstrøms Vennesla nå knapt er målbart i hovedelva. Middelkonsentrasjonene av total fosfor holdt seg på et lavt nivå (~2-3 µg P/L) på alle stasjoner i 1999, bortsett fra ved Evje der det var forhøyede fosforkonsentrasjoner i alle sommerprøvene (5-19 µg/L). Episoden var såpass alvorlig at kommunen bør undersøke de omkringliggende forhold nærmere.

På tross av at den generelle vannkvaliteten har bedret seg de senere årene, ble det registrert relativt kraftige forurensningsepisoder i elva i 1999. pH-avtakene var størst på de to nederste stasjonene, der pH var nede i 5.44 og 5.31 i slutten av hhv. januar og februar. Episodene kom like før-, eller tidlig i smoltfiseringsperioden da laksen er ekstra følsom for surt vann. Smoltundersøkelser i Otra våren 1999 avdekket aluminium i gjellevevet som sannsynligvis kan ha stammet fra de to omtalte forurensningsepisodene. Fisken syntes imidlertid å ha restituert seg etter dette, slik at sjøvannstoleransen var god under smoltutvandringen i mai måned.

### Bunndyr

Undersøkelser av bunndyrsamfunnene i nedre deler av Otra de siste årene kan tyde på at det har vært en bedring i vannkvaliteten – og da særlig knyttet til vannets surhetsgrad. Selv om resultatene de siste årene fortsatt viser et samfunn som er preget av forurensningsskader, viser spesielt materialet fra 1998 en positiv utvikling ved at den forurensningsfølsomme døgnflueslekten *Baetis* ble registrert for første gang på mange år.

For å unngå å få et hull i en lang årsserie med bunndyrundersøkelser bevilget Otra Laxefiskelag ekstra midler til innsamling av bunndyrprøver fra nedre Otra i 1999. Dette ble gjort på de samme stasjonene og med samme metode som tidligere. Innsamlingen ble, som tidligere, foretatt i mai og juli. Etter ønske fra Laxefiskelaget ble i tillegg bunndyrsamfunnene i viktige sidevassdrag som Straisbekken, Lonanebekken og Høyebekken undersøkt. Materialet vil bli bearbeidet og presentert sammen med materialet som samles inn i 2000 og rapporteres i 2001.

### Begroing

Begroingssamfunnet nedstrøms industribedriftene ved Vennesla var tidligere sterkt preget av soppen *Fusarium aqueductum*. Fra og med høsten 1995 har *Fusarium* mer eller mindre forsvunnet fra vassdraget, og den ble den ikke observert i 1999. Det er dessuten registrert mindre forekomst av nedbrytere/konsumenter, samt fibre som tidligere preget begroingsmiljøet. Endringene tilsier at den avskjærende ledningen nedstrøms Vigeland etterhvert gir positive resultater i elva.

I utløp av Venneslafjorden (st.1) har begroingsamfunnet vært nær uendret siden de regelmessige begroingsundersøkelsene startet i 1992. Det har stor mengdemessig forekomst og er preget av forsuretolerante alger og moser. Den trådformede grønnalgen *Zygonium* "sp3" har hatt særlig stor forekomst og har dekket det meste av utløpsområdet i hele perioden. Denne algen har også masseforekomst i mange andre forsuredde vassdrag i Sør-Norge. Ellers har den svakt forsuringfølsomme cyanobakterien (blågrønnalgen) *Stigonema mamillosum* stor forekomst på st. 1.

Nedstrøms industribedriftene (st. 2, 3 og 4) har det skjedd store endringer i siden 1995. Her danner begroingen nå et samfunn som kan sies å være karakteristisk for en sur og næringsfattig vannkvalitet, med bl.a. masseforekomst av den forsuringstolerante, trådformede grønnalgen *Microspora palustris* var *minor*. Årsaken til at ulike grønnalger dominerer hhv. ovenfor- og nedenfor industribedriftene (st. 2, 3 og 4) kan skyldes ulike fysiske forhold eller at det fortsatt er visse forskjeller i vannkvalitet. Andre forsuringstolerante organismer som har etablert seg nedstrøms Vigeland er mosen *Nardia compressa*, rødalgen *Batracospermum turfocum*, samt et varierende antall cyanobakterier. I 1999 viste noen av disse tendenser til å danne filtliknende overtrekk på større vannplanter og elvebunn. Dette fenomenet er også observert i flere andre sure vassdrag i de senere årene.

### Fisk

Ungfiskundersøkelsene i 1998 og 1999 har påvist rekruttering av laks og ørret i hele den lakseførende delen av Otra og i de tre viktigste sidebekkene i nedre del av vassdraget (Høiebekken, Lonanebekken og Straisbekken). Gjennomsnittlig tetthet for laksyngel og eldre laksunger var henholdsvis 33 og 1 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i hovedvassdraget, og henholdsvis 26 og 10 individer i sidebekkene. Det har vært en økning i tettheten av laksyngel i 1999 sammenlignet med 1998, og dette skulle tilsi at bestanden av ungfisk raskt vil kunne bygge seg opp igjen bare vannkvaliteten holder seg stabil. Det var imidlertid overraskende lav tetthet av eldre laksunger i hovedvassdraget i 1999. En nærmere analyse/undersøkelse av vannkvaliteten gjennom vinteren kan synes nødvendig for å identifisere eventuelle flaskehalsar i overlevelsen fra høst til vår. Det ble påvist mindre metallakkumulering på gjellene hos fisken i 1999 sammenlignet med 1998, men konsentrasjonen av gjelle-aluminium var likevel så høy hos 86 % av laksungene i 1998-1999 at det antagelig vil bety en moderat eller betydelig fysiologisk effekt på fisken.

Tettheten av ørret yngel ved Hunsfoss Fabrikker var moderat høy, og på stasjonene i lakseførende del av vassdraget var det til dels høye tettheter i 1999. Gjennomsnittlig tetthet av ørret yngel og eldre ørretunger var henholdsvis 32 og <1 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i hovedvassdraget, og henholdsvis 32 og 12 individer i sidebekkene. Tettheten av ørret yngel i lakseførende del av vassdraget var dobbelt så høy som i 1998, og det var også en meget positiv utvikling sammenlignet med de andre vassdragene på Sørlandet. Det var imidlertid fortsatt lave tettheter av eldre ørretunger i lakseførende del av vassdraget i 1999. Det ble påvist mindre metallakkumulering i gjellepitelet hos ørret i 1999, og ved Vigeland bruk ble det ikke påvist slik akkumulering i det hele tatt. Samlet hadde 38 % av ørreten i Otra en normal gjelletilstand og ingen antatt fysiologisk effekt på grunn av gjelle-Al i 1998-1999. En vet foreløpig ikke hvor stor metallakkumuleringen må være for at den skal ha negative effekter på individ- eller populasjonsnivå. Det er likevel antatt at all metallakkumulering på gjellene er et uttrykk for en ikke-optimal vannkvalitet.

### Anbefalinger

De store vannkvalitetsforbedringene på 1990-tallet, som følge av reduserte industriutslipp og redusert forurensning, har medført at Otra nå er blitt en mer attraktiv elv for allmennheten, f.eks. til fiske, rekreasjon og bading. Etterhvert som denne bruken av elva øker, vil en også oppleve at kravene til vannkvalitet og til de estetiske forholdene omkring elva øker.

Overvåkingsdata fra de senere år viser at en er i ferd med å nå mange av de målene som er satt for vannkvaliteten. Relativt store variasjoner fra år til år, for eksempel i bakterietallene, viser imidlertid at det fortsatt er forbedringsmuligheter. Etterhvert som konsentrasjonene av fosfor og organisk stoff er i ferd med å nærme seg naturtilstanden for vassdraget står forurensningen igjen som det alvorligste miljøproblemet i Otra.

I tiden framover anbefales derfor:

- Ytterligere sikring av kommunalt kloakknnett mot lekkasjer og overløp under flom. Årsaken til høye fosforkonsentrasjoner nedstrøms Evje bør klarlegges.
- Videre arbeid for å få alt avløpsvann fra Hunsfos inn på Otra-ledningen.
- Videreføre kommunenes og bedriftenes egenkontroll og registrering av uhellsutslipp til elva.
- Gjennomgå beredskapstjenesten ved akuttutslipp.
- Vurdere behov for kalking – eksempelvis av større, sure sidevassdrag nedstrøms Byglandsfjorden.
- Vurdere tiltak mot masseforekomster av grønnalger og krypsiv, som er til ulempe for blant annet fiskeinteressene.
- Videreføre overvåkingen av vannkjemi, bakteriologi, bunndyr, vegetasjon og fisk.



## Summary

Title: Monitoring of River Otra, 1999.  
Year: 2000  
Authors: Kaste, Ø., Larsen, B.M., Lindstøm, E-A. og Aanes, K.J.  
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3868-9

River Otra has been a part of the National Environmental Monitoring Programme since 1980. The main objective of the monitoring is to observe possible changes in water quality and biology, especially in the lower parts of the river system. Since 1995, nearly all the industrial wastewater from the Vennesla area has been directly transmitted to the Kristiansand fjord through a 15 km long pipeline.

In 1999, the four monitoring sites in Otra were only slightly affected by nutrients and organic matter, but still markedly affected by acidification. Otra downstream Venneslafjorden was moderately- to markedly affected by coliform bacteria. It has been a positive water quality trend in Otra during the 1990s. Concentrations of phosphorus and TOC are markedly reduced downstream Vennesla, and the acidity has decreased at all the investigated sites. Even though water quality has improved during the recent years, two serious acid episodes (pH 5.3-5.4) were measured in the lower parts of the river system during the winter and spring 1999.

After establishment of the industrial pipeline in 1995, the previous dominating fungus *Fusarium aqueductum*, more or less, disappeared from Otra. In 1999 it was not observed at all. However, recent data indicate that the previous *Fusarium* community has been replaced by a mass occurrence of filamentous, acid-tolerant green algae. Due to reduced inputs of organic matter from industrial activities, biomasses of decomposers / consumers are clearly reduced downstream Vennesla during the last 4-5 years.

Electrofishing in 1998 and 1999 have stated that Atlantic salmon and brown trout recruitment now takes place in tributaries as well as in the main river downstream the Vigeland waterfall. Densities of Atlantic salmon and brown trout fry (0+) were higher in 1999 than in 1998. However, the densities of parr ( $\geq 1+$ ) were surprisingly low in the main river in 1999.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og mål

Vannkvaliteten i Otravassdraget har vært overvåket siden begynnelsen av 1960-tallet. Med opprettelsen av det statlige overvåkingsprogrammet i 1980 ble overvåkingen av nedre og øvre deler av vassdraget slått sammen i et sammenhengende program. Oversikt over tidligere overvåkingsrapporter fra Otra er presentert i Kaste et al. (1997a). Den nedre delen av Otra har, inntil etableringen av den nye avskjærende industriavløpsledningen i 1995, vært preget av organisk belastning og syreutslipp fra industrien ved Vennesla. Vassdraget er ellers forsuret på grunn av langtransporterte forurensninger. I tillegg til reduksjoner i industriutslippene er det i de senere år foretatt saneringstiltak på kloakkledningsnettet og stadig flere boenheter er tilkoplede renseanlegg. Det er også lagt ned en betydelig innsats for å tilrettelegge for friluftsliv langs elva.

Målet med tiltakene i Otra er først og fremst å få forurensningsbelastningen ned, øke vassdragets rekreasjonsverdi og gjøre elva levelig for laks og aure. Redusert forurensningsbelastning gir grunnlag for reetablering av en variert bunndyrfauna som igjen er næringsgrunnlag for fiskebestandene.

Hovedformålet med overvåkingen i Otravassdraget er å registrere eventuelle endringer i forurensningssituasjonen, spesielt i den nedre delen av elva. Undersøkelsene nedenfor Venneslafjorden er spesielt rettet inn mot å dokumentere vannkjemiske og biologiske endringer i Otra som resultat av reduserte industri- og kloakkutslipp. Resultatene fra overvåkingen danner i så måte grunnlag for eventuelle tiltak mot forurensning.

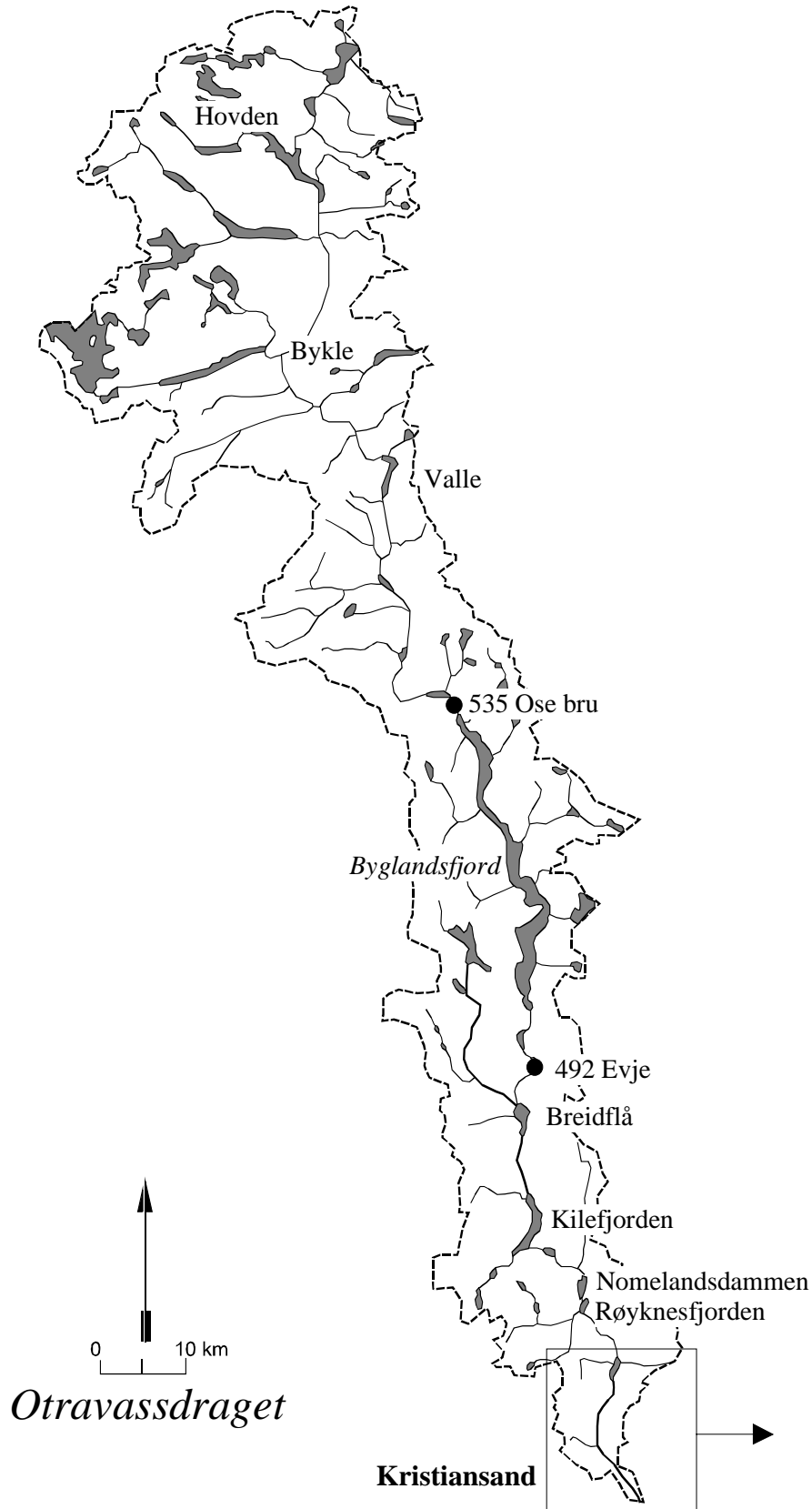
## 1.2 Områdebeskrivelse

Otravassdraget har et naturlig nedbørfelt på 3738 km<sup>2</sup> og er Sørlandets mest vannrike vassdrag. Fra kildeområdet nord for Hovden i Setesdal og til utløpet i Kristiansandsfjorden er det en strekning på 240 km. Byglandsfjorden er største innsjø i hovedvassdraget (ca. 35 km lang). Middelvannføringen (perioden 1930-1960) er 117 m<sup>3</sup>/s ved utløpet av Byglandsfjorden og 155 m<sup>3</sup>/s ved utløpet i Kristiansandsfjorden. **Figur 1a,b** viser øvre og nedre deler av Otra med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

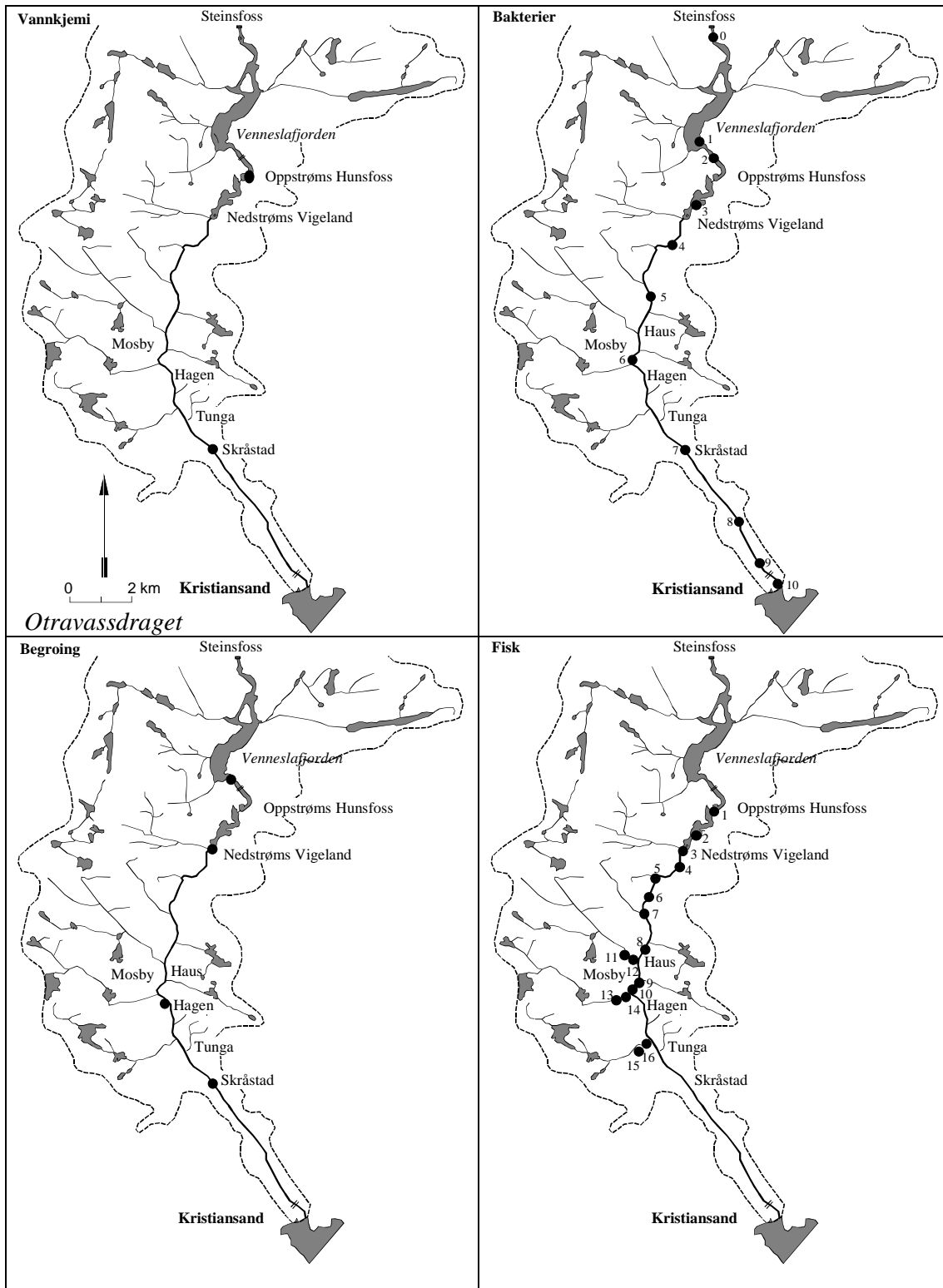
Det går en geologisk grense gjennom Vatnedalen mellom Bykle og Hovden. Bergartene i nedbørfeltet sør for Vatnedalen består vesentlig av gneis og granitt, som gir saltfattig avrenningsvann og lav motstandsevne mot forsuring. Nord for Vatnedalen og øst for Valle finnes metamorfe og sedimentære bergarter som gir vannet større bufferkapasitet. Mindre forurenset nedbør bidrar også til at avrenningsvannet fra dette området er mindre surt enn i det øvrige vassdraget. Kun de sørligste delene av Otra, nedstrøms Mosby, ligger under marin grense (ca 40 moh. i området). Påvirkninger av marine avsetninger betyr derfor minimalt for vannkvaliteten i Otra.

Regulering av vassdraget for kraftproduksjon fører til endret vannføring i hele Otra. Vintervannføringen er økt, flommene er dempet og sommervannføringen er lav på flere elveavsnitt. På enkelte strekninger oppstrøms Venneslafjorden er det ikke pålagt minstevannføring. Det vil si at elva i perioder er helt tørrlagt på disse strekningene. Det gjelder spesielt oppstrøms Steinsfoss og Iveland kraftverk. Minstevannføringen ved Vigeland i nedre del er 50 m<sup>3</sup>/s både sommer og vinter. Hvis Otra var uregulert ville midlere lavvannføring ved utløpet være omkring 13 m<sup>3</sup>/s (Hindar et al. 1991).

En fyldigere områdebeskrivelse, samt en oversikt over brukerinteresser og forurensningskilder er gitt i Kaste et al. (1996).



**Figur 1 a.** Otra med nedbørfelt. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi er markert med nummer.



Figur 1 b. Nedre Otra med nedbørfelt. Stasjoner for vannkjemi, bakterier, begroing og fisk er markert.

### 1.3 Materiale og metoder

#### Vannkjemi

Det er tatt månedlige prøver fra fire stasjoner (**Figur 1a** og tabell nedenfor)

St. nr	Navn	UTM	Kartblad
535	Ose bru	4245-65352	1412 I
492	Evje	4290-64913	1512 III
460	Oppstrøms Hunsfoss	4397-64592	1511 IV
450	Skråstad	4383-64503	1511 III

Prøvene analyseres ved NIVAs laboratorium i Oslo med hensyn til pH, konduktivitet, kalsium, magnesium, total fosfor, total nitrogen, totalt organisk karbon (TOC), alkalitet, natrium, kalium, nitrat, sulfat, klorid, reaktivt aluminium, ikke-labilt aluminium.

#### Tarmbakterier

Det er i perioden 15.6 – 10.8 gjennomført 9 prøverunder på 11 stasjoner på strekningen fra Steinsfossen til Otras utløp ved Kristianssand (**Figur 1b** og tabell nedenfor). Prøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder.

St. nr	Navn
0	Steinsfossen
1	Nesane
2	Brannstasjonen (tilsv. stasjonen O. Hunsfoss)
3	Vigeland
4	Skjebua
5	Kvarstein bro
6	Hagen
7	Skråstad
8	Påskeberget
9	Gyldenløvesgt. (tidl. st. Tordenskjoldsgt.)
10	Tangen

#### Bunndyr

Det ble samlet inn bunndyrprøver fra de faste stasjonene Oppstrøms Husfoss og Nedstrøms Vigeland, samt ved stasjonen Haus som er inkludert i overvåkingen de siste årene. I tillegg ble det, etter ønske fra Laxefiskelaget, hentet inn bunndyrprøver fra sidevassdragene Straisbekken, Lonanebekken og Høyebekken i 1999.

Innsamlingen ble foretatt med elvehåv (maskevidde 250 µm), etter Norsk standard NS 4719. Prøvetakingens varighet var 3 ganger ett minutt. Prøvene i 1999 ble samlet inn 8. mai og 7. juli. I forbindelse med overvåkingen av Otra er dette det 12. året hvor det er hentet inn bunndyrprøver fra stasjonene oppstrøms og nedstrøms Hunsfoss i juli. I de senere årene er det i tillegg samlet inn prøver fra de samme stasjonene i mai.

#### Begroing

Det er som tidligere samlet inn prøver fra st.1. Utløp Venneslafjorden, st.2 Vigeland, st.3 Hagen og st.4 Skråstad (**Figur 1b**). For å kartlegge årstidsvariasjoner samles prøver to ganger pr. år (juli og sept.). I 1999 ble prøvene tatt 19. juli og 6. september. Det legges vekt på mengdeutvikling av begroing da særlig av soppen *Fusarium aqueductum* og de trådformede grønnalgene som har fått masseforekomst i nedre deler av Otra de senere årene. Det legges også vekt på å kartlegge "nye" arter.

#### Fisk

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metoder på 10 stasjoner i vassdraget i begynnelsen av august 1999 (**Vedlegg D.1**). Stasjon 1 ligger ved Hunsfoss fabrikk like ovenfor den lakseførende strekning. De resterende stasjonene ligger i lakseførende del av vassdraget med stasjon 2-4 mellom Vigeland Bruk og Vigeland hovedgård, stasjon 5-7 mellom Åbål og Kvarstein og stasjon 8-10 mellom Haus og Hagen (**Figur 1c**). I tillegg ble det fisket på to stasjoner i nedre del av Høiebekken (stasjon 11-12), to stasjoner i nedre del av Lonanebekken (stasjon 13-14) og to stasjoner i nedre del av Straisbekken (stasjon 15-16). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konservert for senere aldersbestemmelse.

Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin (1984) og Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Tettheten er beregnet som:

- ◆ Gjennomsnittet basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet (tetthet1)
- ◆ Gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet2)

Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og vist i **vedlegg D.1, D.2 og D.3** som også angir standardavviket for tetthet1 og tetthet2.

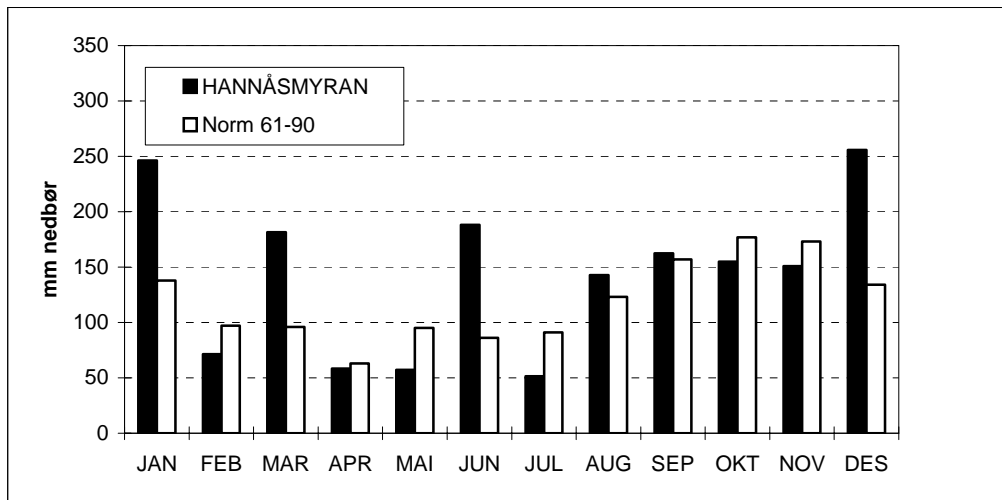
Det ble tatt gjelleprøver av et mindre antall ett-årige eller eldre fiskeunger av laks og ørret ved at andre gjellebue på fiskens venstre side ble dissekert ut i felt og fiksert på 10 % fosfat-buffra formalin. Etter avsluttet feltinnsamling ble prøvene sendt til Veterinærinstituttet. Metode og framgangsmåte for videre bearbeiding og analysering er gitt av Kvellestad & Larsen (1999). I denne rapporten oppgis bare metallakkumulering i tabellen. Andre typer av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.

I tillegg ble andre gjellebue på høyre side av de samme fiskene også dissekert ut i felt og lagt på syrevaskede prøveglass for bestemmelse av total aluminiumskonsentrasjon. Gjellene ble frosset ned og transportert til laboratoriet ved NLH i frosset tilstand. Gjellene ble frysetørket og veid og deretter syreoppløst i 10 % HNO<sub>3</sub>. Oppløste gjeller ble målt for aluminium ved bruk av ICP.

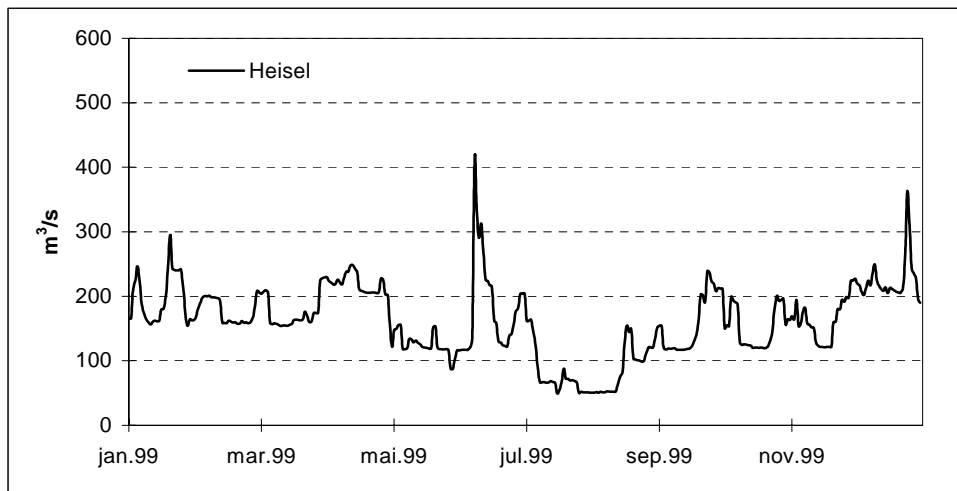
## 1.4 Hydrologi

Meteorologisk stasjon Hannåsmyran:	Årsnedbør 1999:	1721 mm
	Normalt:	1430 mm
	% av normalen:	120

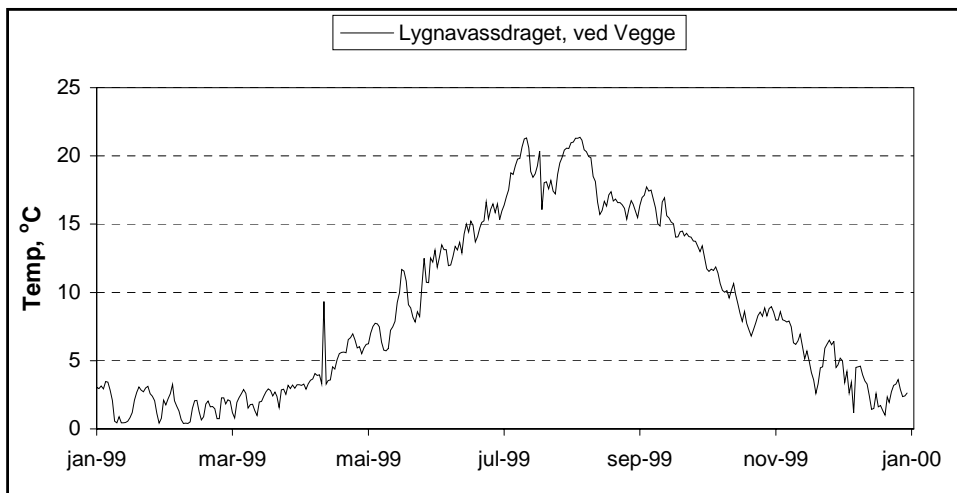
1999 var relativt nedbørrik (se over), spesielt månedene januar, mars, juni og desember (**Figur 2**). Høyeste målte vannføring (over 400 m<sup>3</sup>/s på døgnbasis) ble målt i begynnelsen av juni (**Figur 3**). Vanntemperatur i Lygnavassdraget, som ligger 30-40 km vest for Otra er fremstilt i **Figur 4**.



**Figur 2.** Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Hannåsmyran. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).



**Figur 3.** Vannføring (døgnverdier) ved Heisel (tidl. Vigeland) i 1999 (NVE 2000).



**Figur 4.** Vanntemperatur i Lygna ved Vegge 1999 (døgnmidler).

## 1.5 Status- industriutslipp fra Hunsfos Fabrikker 1999

(Opplysninger fra miljøsjef Ole Kr. Hodnemyr, Hunsfos Fabrikker)

Hunsfos har gjennomgått store strukturelle endringer de senere årene. I mai 1999 ble cellulosefabrikken nedlagt noe som har medført store reduksjoner i bedriftens utslipp, særlig til vann.

### Avløpsmengde til Otra.

Etter nedleggelse av cellulosefabrikken ble avløpsmengden redusert med ca. 10 m<sup>3</sup>/min, til et nivå som erfaringsmessig skulle få plass i rørledningen. Pga. kapasitetsproblemer (trolig luft i ledningen) har det likevel i perioder gått en liten avløpsstrøm til Otra. Gjennomsnittlig avløpsmengde til Otra i 1999 var 1,1 m<sup>3</sup>/min. Etter nedleggelse av cellulosefabrikker har gjennomsnittet vært 0,5 m<sup>3</sup>/min. For hele 1999 ble 94% av avløpsvannet ledet til ledningen. Etter nedleggelsen av cellulosefabrikken har andelen økt til 97%. Ved full kapasitet på ledningen vil alt avløpsvann nå kunne gå i ledningen.

### Karakterisering av avløpsvannet

Avløpstype i tonn til Otra	1998	1999
KOF	2007	240
SS	51	6
Tot P	0,9	0,3

#### KOF:

Utslippene av organisk stoff er dramatisk redusert etter nedleggelsen av cellulosefabrikken – fra omlag 35 tonn/døgn til omlag 4 tonn/døgn. Bedriftens totale utslipp av KOF var 4000 tonn i 1999. Av dette gikk 240 tonn til Otra.

#### Suspendert materiale (susp-70):

Dette er i hovedsak fiber og leire. Også her har det funnet sted betydelige reduksjoner i 1999. Bedriftens totale utslipp for 1999 var 100 tonn hvorav 6 tonn gikk til Otra.

#### Total fosfor:

Totalutslipp for 1999 var 5 tonn hvorav 0,3 tonn gikk til Otra.

#### Surhet:

Nedleggelsen av cellulosefabrikken medførte at pH-nivået i avløpsvannet økte fra 4-5 til 7-8. Kontinuerlige registreringer viser at vannet episodisk kan bli basisk med pH-verdier opp mot 10.

### Spesielle hendelser/uhell 1999.

Bedriften var årsak til 1 oljeutslipp som gikk til Otra. Tiltak ble iverksatt med å samle opp oljesølet. Totalt 100 liter tungolje ble sluppet ut.

### Forurensningbegrensende tiltak

For Otra er nedleggelsen av cellulosefabrikken den klart viktigste hendelsen i 1999. Andre tiltak gjennomført i 1999:

- Sikret store kjemikaliertanker for akuttutslipp.
- Gjennomførte flere tiltak for å redusere risikoen for oljeutslipp til Otra.
- Avløpspumpe ble hevet for å sikre denne ved høy vannstand i Otra.

For 2000 er det ikke planlagt nye konkrete tiltak, men bedriftens miljømål som er relevante for Otra er:

- Sertifisering bedriften etter NS-EN-ISO14001.



- Utslipp av KOF skal være under 4,0 tonn/døgn som halvårsmiddel.
- Utslipp av SS skal være under 200 kg/døgn som halvårsmiddel.

## 2. Vannkvalitet

### 2.1 Forsuring

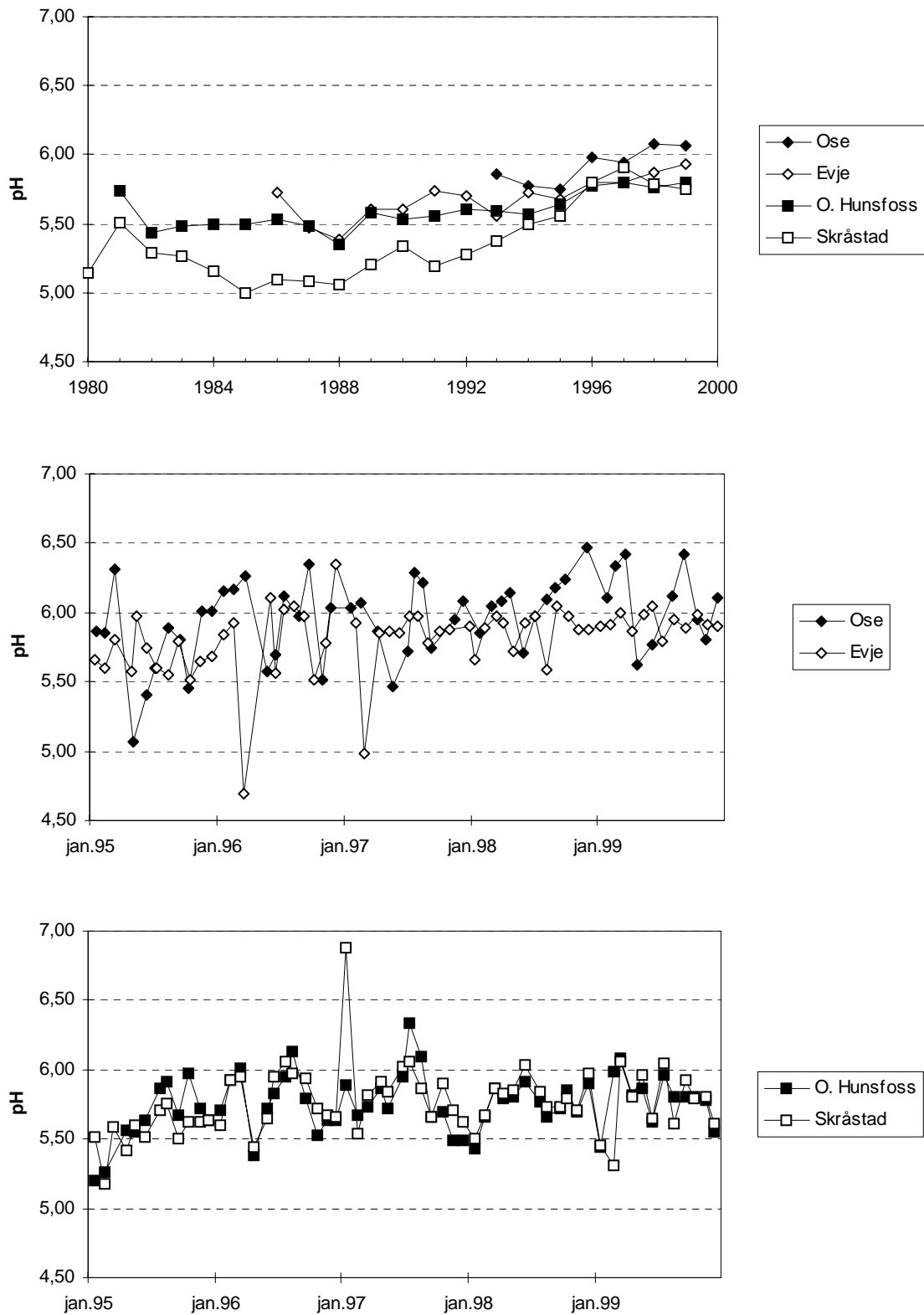
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fiske-tomme vann mange steder. Som et resultat av internasjonale forhandlinger er svovelinnholdet i nedbøren nå i ferd med å avta, og det er allerede registrert en svak pH-økning i vassdragene (SFT 1999).

I Otra er det en klar nord-sør gradient i pH. Hovedelva fra Valle og oppover har stort sett pH-verdier over 6,0, mens forsuringen tiltar fra Bygland og sørover (Traaen & Johannessen 1987, Kaste & Håvardstun 1998). Forholdet skyldes dels at berggrunnen i de nordligste delene av vassdraget er mer kalkholdig og dels at dette området mottar betydelig mindre forurenset luft og nedbør enn de midtre og nedre delene. Nedre Otra har tidligere vært påvirket av tildels store syreutslipp fra Hunsfos Fabrikker. Syreutslippene ble gradvis redusert fram mot 1995, og etter dette har nær alt surt avløpsvann gått i Otra-ledningen under ordinær drift.

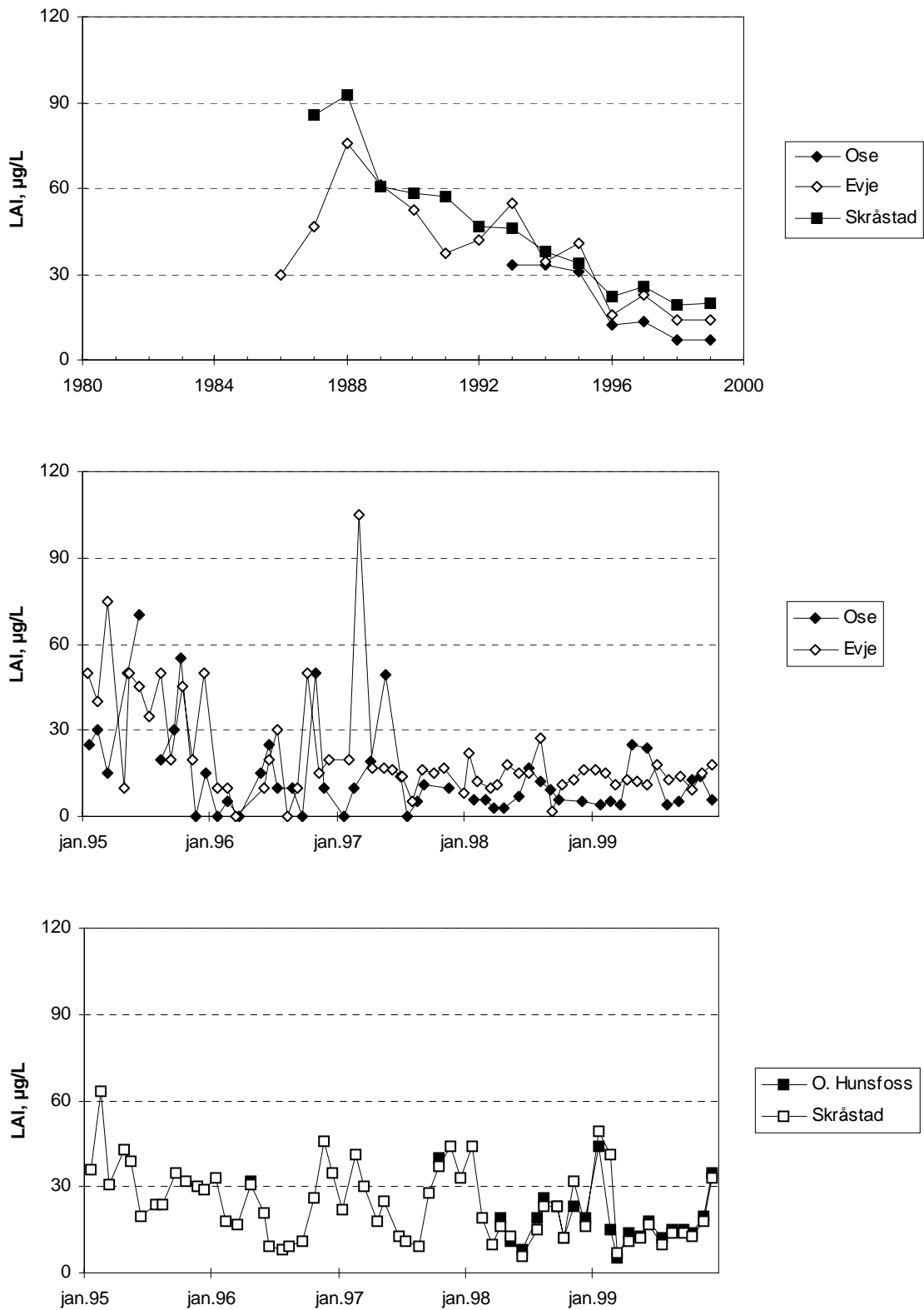
Årsmiddel-pH har vist en oppadgående tendens ved alle stasjonene siden midten av 1980-tallet (**Figur 5**). Redusert svovelnedfall er en viktig årsak, men ved Skråstad har pH-økningen vært spesielt markant pga. reduksjon og etterhvert nærmest en eliminering av syreutslippene fra industrien. Det var små endringer i middel-pH ved de undersøkte stasjonene fra 1998 til 1999, med verdier i området 5,8-6,1. I de senere årene har det sjelden vært store pH-avvik mellom stasjonen oppstrøms Hunsfoss og Skråstad. Dette er en effekt av at sure industriutslipp nå i all hovedsak føres gjennom Otra-ledningen.

Det ble registrert kraftigere forsuringsepisoder i elva i 1999 enn i 1998. pH-avtakene var størst ved Ose (pH 5.62 i april) og på de to nederste stasjonene (5.44 og 5.31 i slutten av hhv. januar og februar). De to sistnevnte episodene kom i forbindelse med kraftig nedbør, noe som medførte høy avrenning fra sure sidebekker mellom Evje og Skråstad. Dette skjedde like før-, eller tidlig i laksens smoltifiseringsperiode. I denne perioden, som kan strekke seg mellom 15.2 – 1.6, er laksen er ekstra følsom for surt vann, og selv relativt lave konsentrasjoner av uorganisk aluminium kan da føre til skader og redusert overlevelse i ferskvann og i sjøvann (Staurnes et al 1995, Hindar et al. 1997). Under smoltundersøkelser i Otra våren 1999, fant en for øvrig rester av aluminium inne i gjellevevet som sannsynligvis kan ha stammet fra de to omtalte forsuringepisodene vinteren 1999 (Kroglund et al. 1999). Fisken syntes imidlertid å ha restituert seg etter dette, slik at sjøvannstoleransen var god under smoltutvandringen i mai måned.

Konsentrasjonene av labilt (uorganisk) aluminium har gått kraftig ned på samtlige stasjoner siden slutten av 1980-tallet (**Figur 6**). Middelskonsentrasjonene i 1999 lå omtrent på samme nivå som 1998 (7-20 µg/L), men det ble målt noe høyere maks-konsentrasjoner i 1999 (49 og 41 µg/L ved Skråstad i hhv. januar og februar). Dette er nivåer som kan medføre betydelig skade og moderat dødelighet på laksesmolt i ferskvann og betydelig dødelighet i sjøvann dersom fisken vandrer ut rett etter eksponeringen (Hindar et al. 1997). Konsentrasjonen av labilt aluminium bør helst være under 10 hele tiden dersom en skal være sikker på at skade på laks ikke oppstår (Hindar et al. 1997). De omtalte nivåene av labilt aluminium vinteren 1999 var såpass høye at skader på andre ferskvannsorganismer (inkl. innlandsfisk) ikke kan utelukkes. Ved Evje og Ose ble det ikke registrert konsentrasjoner av



**Figur 5.** pH ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelverdier. Midten og nederst: enkeltmålinger de siste 5 år.



**Figur 6.** Labilt aluminium ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelerverdier. Midten og nederst: enkeltmålinger de siste 5 år.

labilt aluminium over 20 µg/L i 1999. Det er derfor tydelig at vassdraget får tilført en god del giftig aluminium fra det lokale nedbørfeltet mellom Evje og Skråstad. Andre kilder, som for eksempel normal Al-dosering i kommunale renseanlegg, er ikke antatt å ha betydning for aluminiumskonsentrasjonene i en såpass stor elva som Otra.

## 2.2 Næringsalter

### Fosfor

Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 µg P/L, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, ofte omkring 8-12 µg/L (Bratli et al. 1995, Skjelkvåle et al. 1997). Hindar et al. (1993) har anslått at konsentrasjonen av total fosfor i Otra ville ligget omkring 3 µg/L, uten innvirkning fra menneskelig aktivitet i nedbørfeltet.

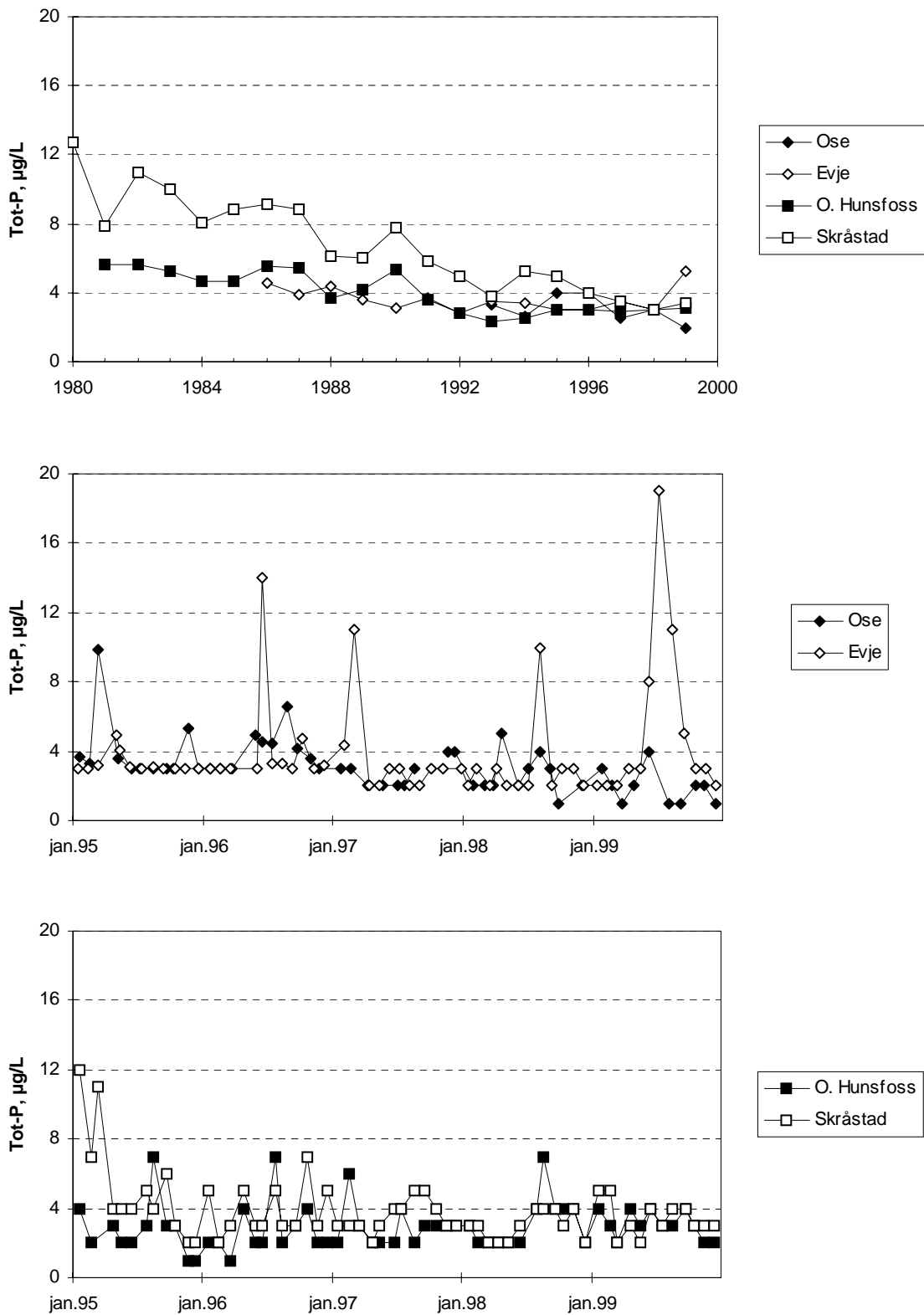
Årsmiddelkonsentrasjonene av total fosfor er betydelig redusert i den nedre delen av elva siden 1980 (**Figur 7**). Hovedårsaken til dette er at det er gjennomført betydelige forurensningsbegrensende tiltak på kommunal sektor. Middelkonsentrasjonen av total fosfor ved hhv. Ose, Evje, oppstrøms Hunsfoss og Skråstad i 1998 var hhv. 2, 5, 3 og 3 µg/L. Med unntak av Evje-stasjonen var dette nær den konsentrasjonen en kan forvente i elva uten menneskelig påvirkning. Ved Evje ble det registrert forhøyede fosforkonsentrasjoner i perioden juni til september 1999 (5-19 µg/L). Episoden var såpass alvorlig at kommunen bør undersøke de omkringliggende forhold nærmere. Det er for øvrig nesten årvisst registrert episodisk høye konsentrasjoner av total fosfor Evje, men ingen av dem har vært så alvorlige som i 1999.

### Nitrogen

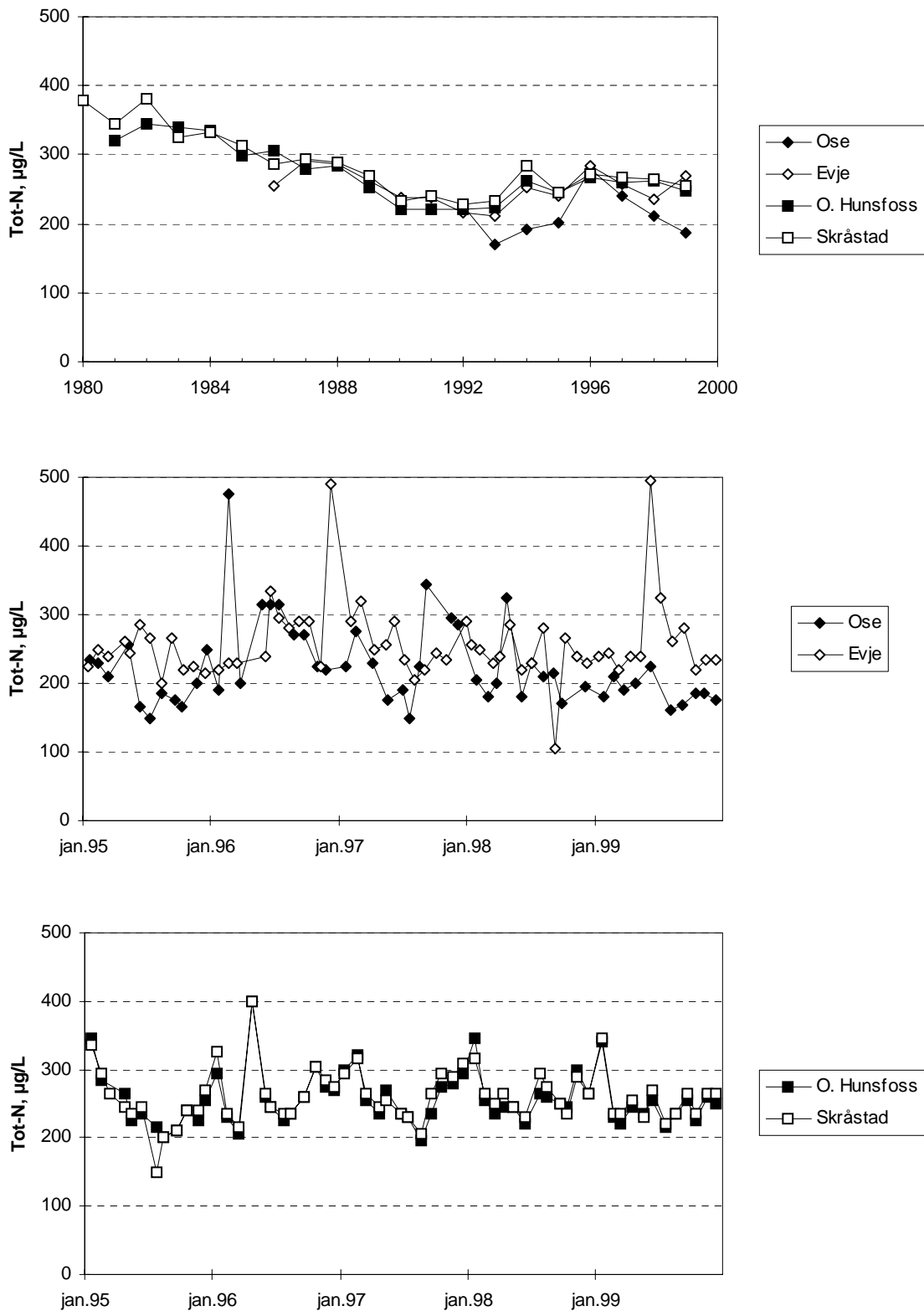
Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker og innsjøer kan ligge opp mot 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet (Skjelkvåle et al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1999, Kaste et al. 1997b). Nitrogenedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i bekker.

Som i andre større vassdrag på Sørlandet med store utmarksarealer, er nedbøren den klart dominerende nitrogenkilden i Otra (Hindar et al. 1989). I de senere år har de atmosfæriske nitrogentilførslene ligget på et relativt stabilt nivå (SFT 1999), men små endringer i jordas evne til å binde atmosfærisk nitrogen kan medføre store utslag på nitrogentransporten i et større vassdrag som Otra. Med den relativt store vannføringen i Otra hele året (minimum 50 m<sup>3</sup>/s ved Vigeland) skal det relativt store lokale tilførsler til for å endre konsentrasjonen i elva vesentlig. Tidligere overvåking har for eksempel vist at nitrogenkonsentrasjonene endrer seg relativt lite på den tettbebygde og industridefinerte strekningen mellom utløpet av Venneslafjorden og Skråstad.

Årsmiddelkonsentrasjonene av total nitrogen viste en nedadgående tendens ved samtlige stasjoner i perioden 1983-1990 (**Figur 8**). De høye konsentrasjonene av total nitrogen i Otra på begynnelsen av 1980-tallet skyldes sannsynligvis sprengningsarbeider i forbindelse med vannkraftutbygging i Øvre Otra (Lande 1986). Denne effekten ser ut til å være borte omkring 1990. På begynnelsen av 1990-tallet lå konsentrasjonene relativt stabilt på verdier like i overkant av 200 µg/L, mens de har ligget nærmere 300 µg/L de siste 5-6 årene. Årsmiddelkonsentrasjonen har variert mer ved Ose enn ved de øvrige stasjonene. Hovedforklaringen til dette kan være at variasjonen på stasjonene nedstrøms Byglandsfjorden kan være dempet (jevnet ut) pga. magasinering og tidsforsinkelse i det relativt store innsjøbassenget. I 1999 hadde Ose en middelkonsentrasjon av total nitrogen på 188 µg/L, mens de andre lå i området 247-270 µg/L.



**Figur 7.** Total fosfor ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelverdier. Midten og nederst: enkeltmålinger de siste 5 år.



**Figur 8.** Total nitrogen ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelværdier. Midten og nederst: enkeltmålinger de siste 5 år.

Ved Evje ble det registrert en markert topp i konsentrasjonen av total nitrogen (opp mot 500 µg/L) omkring tidspunktet da det ble funnet høye verdier av total fosfor. Ved de øvrige stasjonene var det kun små variasjoner i konsentrasjonene av total nitrogen. Nitratkonsentrasjonen i vassdraget viser et mer sesongmessig svingemønster, med de laveste verdiene i sommerhalvåret (**Vedlegg B**). Dette skyldes i hovedsak at nitrat tas opp av planter i vann og på land i løpet av vekstsesongen.

## 2.3 Organisk stoff

Treforedlingsindustrien i Vennesla-området har tidligere belastet Otra med store mengder løst organisk stoff og trefibermasse. Omfattende rensertiltak medførte gradvis reduserte utslipp i løpet av 1980- og 1990-tallet, og sommeren 1995 ble det tatt i bruk en avskjærende industriavløpsledning som nå fører det meste av industriutslippene direkte til Kristiansandsfjorden. Ved siden av det organiske stoffet som tilføres vassdraget fra menneskelige kilder, finnes det også en del naturlig organisk materiale (bl.a. humusstoffer) i vannet. Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. Otra er relativt lite humuspåvirket, med naturlige TOC-konsentrasjoner som vanligvis ligger under 3 mg/L.

KOF<sub>Mn</sub> brukt som parameter for organisk stoff innenfor overvåkingsprogrammet inntil 1998, da den ble erstattet med parameteren totalt organisk karbon (TOC). På grunnlag av en fem års overgangsperiode 1992-1997, da begge parametre ble analysert, har en kommet fram til en brukbar linær sammenheng:  $TOC = 0,7112KOF_{Mn} + 0,4077$ . ( $R^2 = 0,726$ ) (Kaste et al. 1998). En KOF-verdi på ca 2 mg/L tilsvarer dermed omlag 1,8 mg/L TOC. Denne verdien er tidligere brukt som et omtrentlig mål på det naturlige bakgrunnsnivået i elva (Hindar et al. 1993). I tidsrommet 1980-1992 har årsmiddelkonsentrasjonene i elva nedstrøms industribedriftene i Vennesla ligget betydelig over dette bakgrunnsnivået. Den høyeste årsmiddelkonsentrasjonen av KOF ved Skråstad (6 mg/L som tilsvarer 4,7 mg/L TOC) ble registrert i 1988.

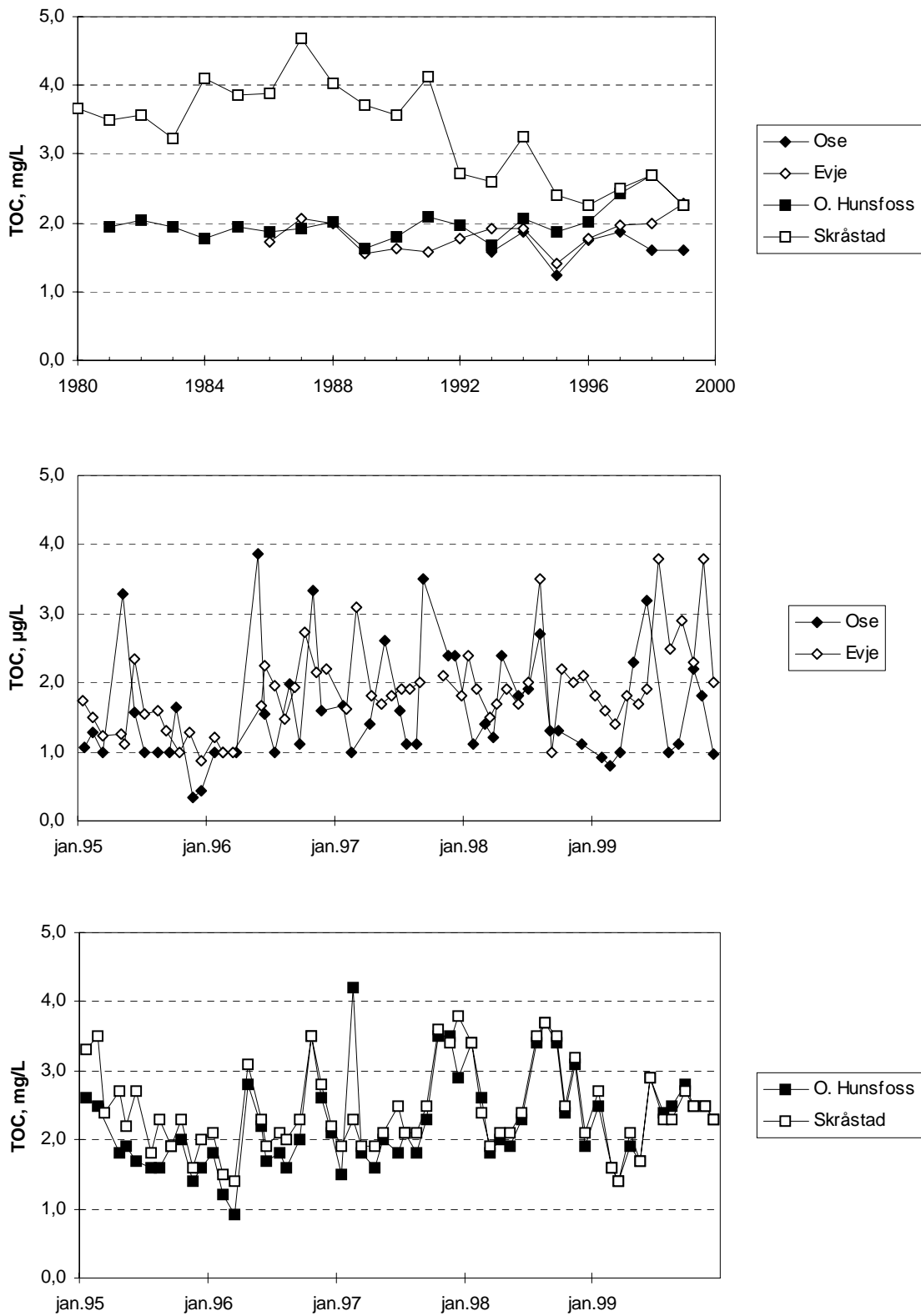
I 1999 var middelkonsentrasjonene av TOC ved Ose, Evje, oppstrøms Hunsfoss og Skråstad var hhv. 1,6, 2,3, 2,3 og 2,3 mg/L (**Figur 9**). Stasjonen ved Skråstad hadde med dette samme middelkonsentrasjon av TOC som stasjonen oppstrøms Hunsfoss i 1999. Dette viser at bidraget fra industribedriftene nedstrøms Vennesla nå knapt er målbart i hovedelva. Nedlegging av cellulosefabrikken ved Hunsfos våren 1999 har ytterligere bidratt til å redusere den organiske belastningen på elva. Det er forholdsvis stor naturlig variasjon i konsentrasjonene av organisk stoff i elva (TOC: 1,1-3,8 mg/L). Dette skyldes i stor grad at humustilførslene til vassdrag ofte varierer med ulike vannførings- og klimaforhold.

## 2.4 Tarmbakterier

Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. Sosial- og helsedepartementet (1995) har utarbeidet "Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m." på grunnlag av EUs direktiver om drikkevann. Denne forskriften er gjort gjeldende fra 1.1.95. I følge disse forskriftene må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen "god drikkevannskvalitet".

Statens helsetilsyn (1994) har utarbeidet vannkvalitetsnormer for friluftsbad som er gjort gjeldende fra 1.7.94. Ut fra disse normene skal  $\geq 90\%$  av prøvene ha mindre enn 100 TKB/100 ml og ingen prøver ha over 1000 TKB/100 ml dersom kravene til betegnelsen "god badevannskvalitet" skal oppnås. Badevannskvaliteten karakteriseres som "mindre god" dersom kravene ovenfor ikke tilfredsstilles, men  $\geq 90\%$  av prøvene inneholder mindre enn 1000 TKB/100 ml. Dersom  $\geq 10\%$  av prøvene inneholder mer



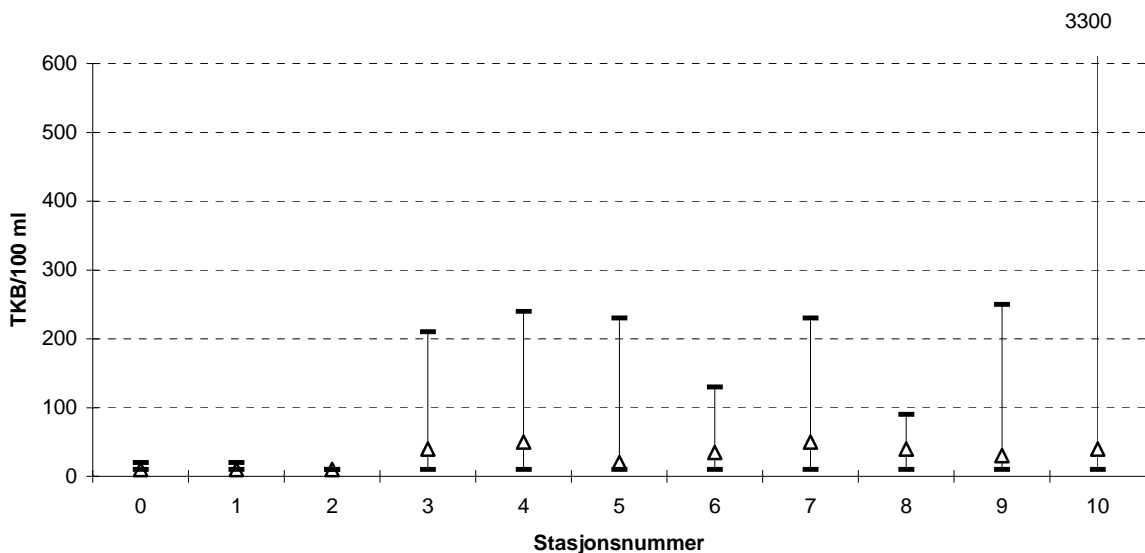


**Figur 9.** Totalt organisk karbon ved ulike stasjoner i Otra. Øverst: middelv verdier. Midten og nederst: enkeltmålinger de siste 5 år.

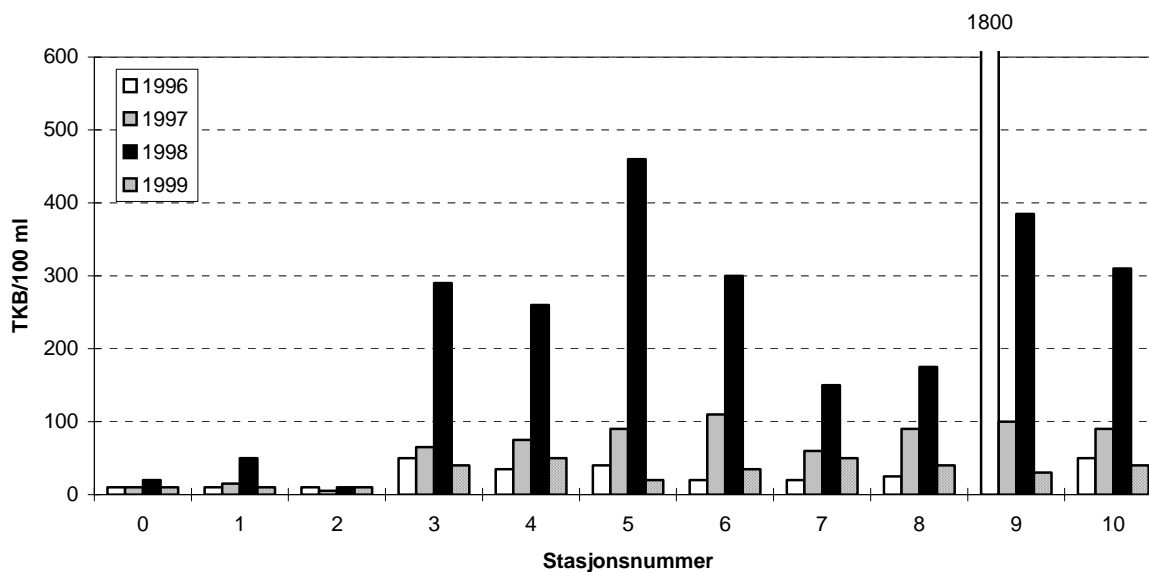
enn 1000 TKB/100 ml må vannet karakteriseres som uegnet for bading. Det skal minst tas 10 prøver fordelt over en eller to badesesonger.

Som tidligere var mediankonsentrasjonene av TKB lave på stasjonene 0, 1 og 2 (**Figur 10** og **Vedlegg B.2**). Alle disse, samt stasjon 8. Påskeberget tilfredstilte kravene til betegnelsen ”god badevannskvalitet” i 1999. Ved de øvrige stasjonene må badevannskvaliteten i 1999 karakteriseres som ”mindre god”. Ingen av stasjonene fikk karakteren ”ikke akseptabel” i 1999, noe som var tilfelle ved tre av stasjonene i 1998.

Den hygieniske vannkvaliteten i 1999 var totalt sett den beste som er målt siden overvåkingen begynte i 1996. Etter at det ble registrert generelt høye bakteriekonsentrasjoner i elva i 1998 (Kaste et al. 1999), var verdiene i 1999 tilbake på 1996-nivå (**Figur 11**). Resultatene hittil viser at det kan være relativt store variasjoner fra år til år, noe som sannsynligvis har sammenheng med varierende nedbør / vannføringsforhold og muligheter for lekkasjer og overløp fra kloakknett.



**Figur 10.** Forekomst av tarmbakterier på ulike stasjoner i nedre Otra i perioden 15. juni – 10. august 1999 (se avsnitt 1.3 for stasjonsoversikt). Figuren viser medianverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen.



Figur 11. Tarmbakterier i nedre Otra - sammenligning av medianverdier for perioden 1996-1999.

## 2.5 Klassifisering av vannkvalitetstilstand i 1999

De undersøkte lokalitetene er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (**Tabell 1, Vedlegg A**). Samtlige stasjoner var ubetydelig påvirket av næringssalter og organisk stoff (klasse I, "meget god"), men markert påvirket av forurening (klasse III, "mindre god"). Kravet for å oppnå klasse II med hensyn til forurening, er at alle målingene gjennom året skal være over 6,0. Stasjonen Ose var nærmest dette med pH > 6.0 i 6 av 10 prøver i 1999.

Stasjonen oppstrøms Hunsfoss og Otra ved Skråstad var hhv. moderat (klasse II) og markert ("klasse III) påvirket av tarmbakterier i 1999. Dette var en klar forbedring i forhold til i 1998 da stasjonene lå i hhv. klasse III og IV.

**Tabell 1.** Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig. Klassifiseringsgrunnlaget er gitt i Vedlegg A.

ID-nr:	Stasjoner	Næringssalter	Organisk stoff	Surhet	Tarmbakterier
535	Ose bru	I	I	III	
492	Evje	I	I	III	
460	Oppstrøms Hunsfoss	I	I	III	II
450	Skråstad	I	I	III	III

### **3. Bunndyr**

Den positive responsen bunndyrene i nedre deler av Otra har vist på bedringen i den fysisk-kjemiske vannkvaliteten i 1998 bidro til at programmet for bunndyrundersøkelser ble videreført i 1999. Midler til innsamling av prøver fra bunndyrsamfunnene i vassdraget om våren og sommeren ble bevilget av Otra Laxefiskelag. I tillegg til de faste rutinestasjonene ble det etter ønske fra Laxefiskelaget hentet inn prøver fra bunndyrsamfunnene i viktige sidevassdrag som Straisbekken, Lonanebekken og Høyebekken.

Materialet fra 1999 er arkivert ved NIVA, Oslo og vil bli bearbeidet og rapportert sammen med bunndyrmaterialet som samles inn i 2000. I 2000 har Vassdragsstyret for Nedre Otra bevilget ekstra midler til bunndyr-prøvetaking i Straisbekken, Lonanebekken, Høyebekken og Kjeksebekken. Årsrapporten for undersøkelsene i 2000 vil være klar i juni 2001.

## 4. Begroing

### 4.1 Innledning

Begroing er en fellesbetegnelse for organismesamfunn festet til elvebunnen eller annet underlag i elva. Funksjonelt er det tre ulike typer begroing:

Primærprodusenter:	Alger, moser (høyere planter regnes ikke med)
Nedbrytere:	Bakterier, sopp
Konsumenter:	Enkle fastsittende organismer f.eks. ciliater, fargeløse flagellater og svamper

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer *primærprodusentene*. Mineralske salter er viktigste næringskilde for primærprodusentene som øker i mengde ved økt tilførsel av næringssalter. Ved økt tilførsel av løst, lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av *nedbrytere*. Partikulært organisk stoff medfører oftest økt forekomst av *konsumenter*. I norske elver utgjør vanligvis primærprodusentene det meste av begroingssamfunnet. Bare, i betydelig forurensede vassdrag, dominerer nedbrytere og konsumenter.

På grunn av raske vekslinger i miljøforholdene kan det være vanskelig å få et godt bilde av tilstanden i rennende vann. Fysisk/kjemiske målinger gir bare et øyeblikksbilde og det kreves hyppige målinger for å få et representativt bilde av vannkvaliteten. Begroingssamfunnet derimot vil, ved å være bundet til et voksested, avspeile miljøfaktorene på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

### 4.2 Resultater

Resultatene av begroingsobservasjonene i Otra 1999 er vist i **Vedlegg C1 og C2**, resultatene av kiselalgeanalysene i **Vedlegg C3**.

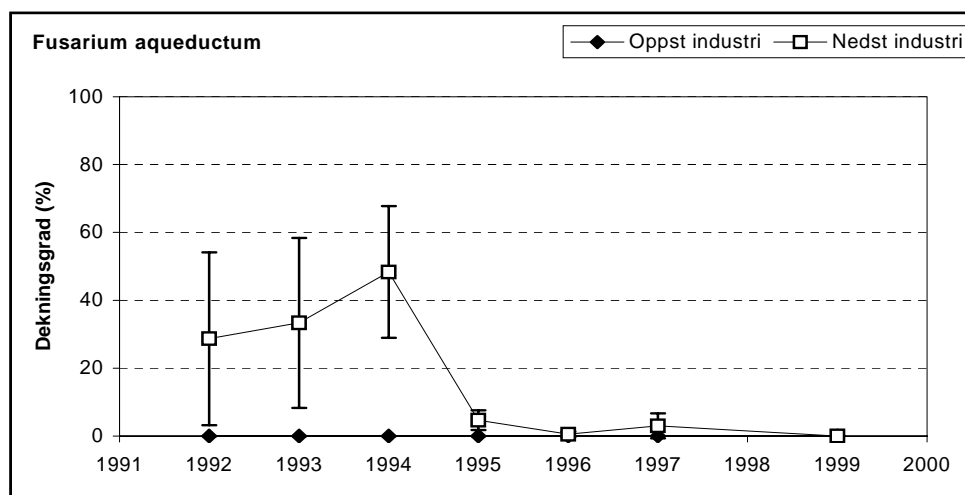
#### Mengdemessig forekomst av noen viktige begroingsorganismer

Etter 1995 har soppen *Fusarium aqueductum* hatt dramatisk tilbakegang i Otra (**Figur 12**). I 1999 ble den ikke observert i det hele tatt. Dette er åpenbart et resultat av reduserte tilførsler av lett nedbrytbart organisk stoff til nedre deler av Otra etter installasjon av avskjærende ledning nedstrøms industribedriftene i 1995.

Det opptrer nå årvisse masseforekomster av trådformede grønnalger nedstrøms industribedriftene (st. 2, 3 og 4). Tidligere ble slik masseforekomst bare observert på referansestasjonen ved utløpet av Venneslafjorden (st. 1). Grønnalgeveksten skifter fra *Zygonium sp3* ved st. 1 til *Microspora palustris* med varieteten *minor* nedstrøms Vigeland (**Figur 13**). Dette er for øvrig disse to trådformede grønnalgene som oftest etablerer masseforekomst i andre sure vassdrag i Sør-Norge. *Zygonium sp3* opptrer i såvel stillestående, som langsomt flytende og hurtigstrømmende vann, mens *Microspora* bare forekommer i rennende vann. Bortsett fra ulik preferanse mht. strømhastighet er det ikke klart hva som får den trådformede algeveksten til å skifte fra *Zygonium* til *Microspora*. Det er riktignok påpekt at de kjemiske forholdene i Otra nedstrøms Vigeland (st.2, 3 og 4) er optimale for *Microspora palustris* (Kaste m. fl. 1998). Det er også mulig at noe lavere næringsstoff-konsentrasjon oppstrøms Hunsfoss kan virke fordelaktig for *Zygonium*. Pågående undersøkelser tilsier at *Zygonium* kan etablere masseforekomst selv ved svært små tilførsler av fosfor (Lindstrøm og Johansen 1999).

Gjennom hele undersøkelsesperioden (1992-99) har begroingssamfunnet i utløp av Venneslafjorden (st.1) hatt stor mengdemessig forekomst og vært preget av forsuretolerante alger og moser. Det har vært relativt små endringer fra år til år i forekomst av de vanligste artene. **Figur 14** viser forekomst av

tre alger; rødalgen *Batrachospermum turfocum*, cyanobakteriene (tidligere kalt blågrønnalger) *Stigonema mamillosum* og *Scytonema mirabile*, samt mosen *Nardia compressa*. Disse er alle karakteristiske for en noe sur vannkvalitet og har dannet makroskopisk synlig vekst i utløp av Venneslafjorden (st.1) i hele perioden 92-99. Etter at avskjærende ledning ble installert i 1995 har tre av disse fått økt forekomst nedstrøms industribedriftene ved Vigeland (st. 2, 3 og 4).

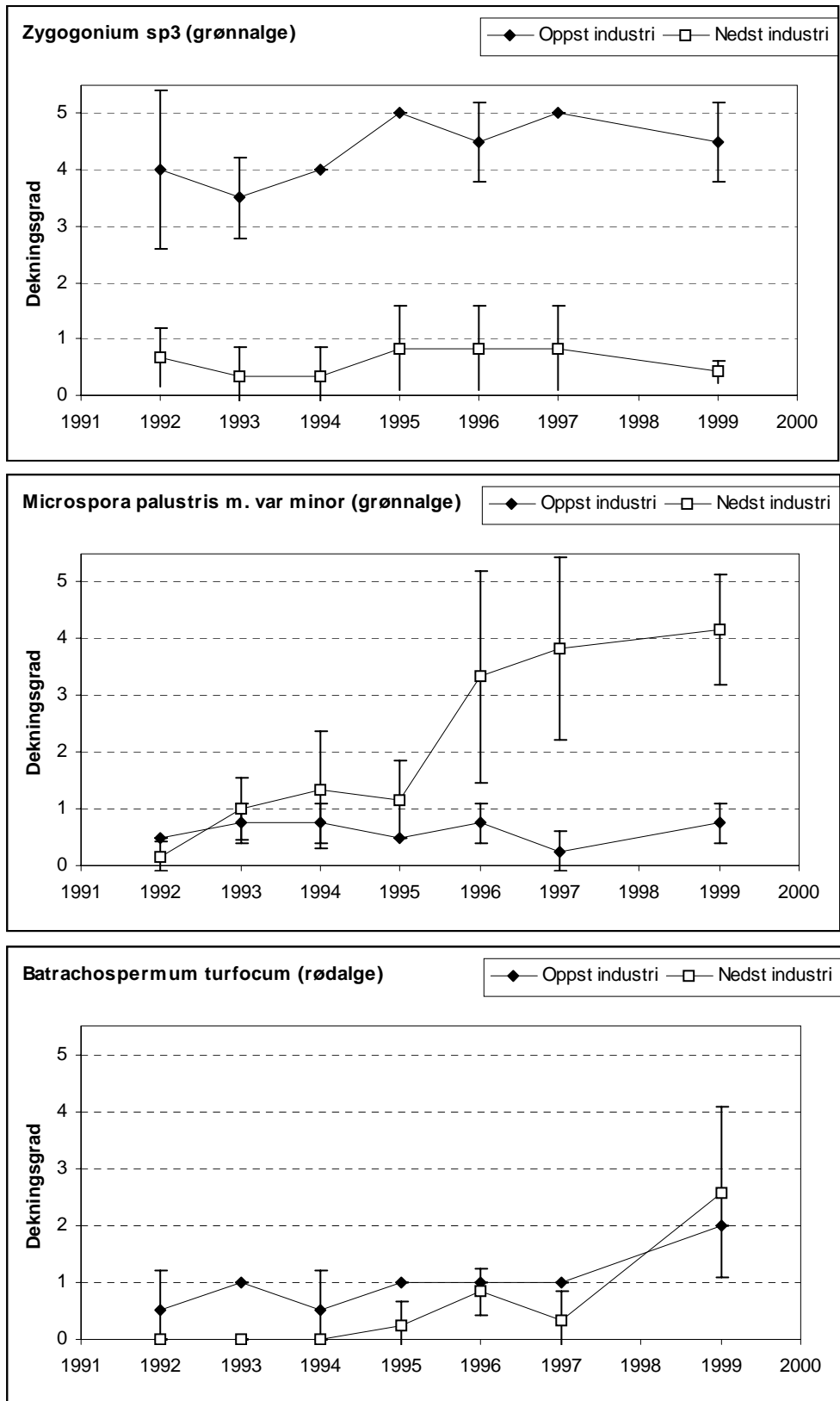


**Figur 12.** Dekningsprosent av soppen *Fusarium aqueductum* i Otra, 1992-1999. Figuren viser middelerverdier med standardavvik for juli- og septemberprøvene. De tre stasjonene nedstrøms Vigeland er slått sammen.

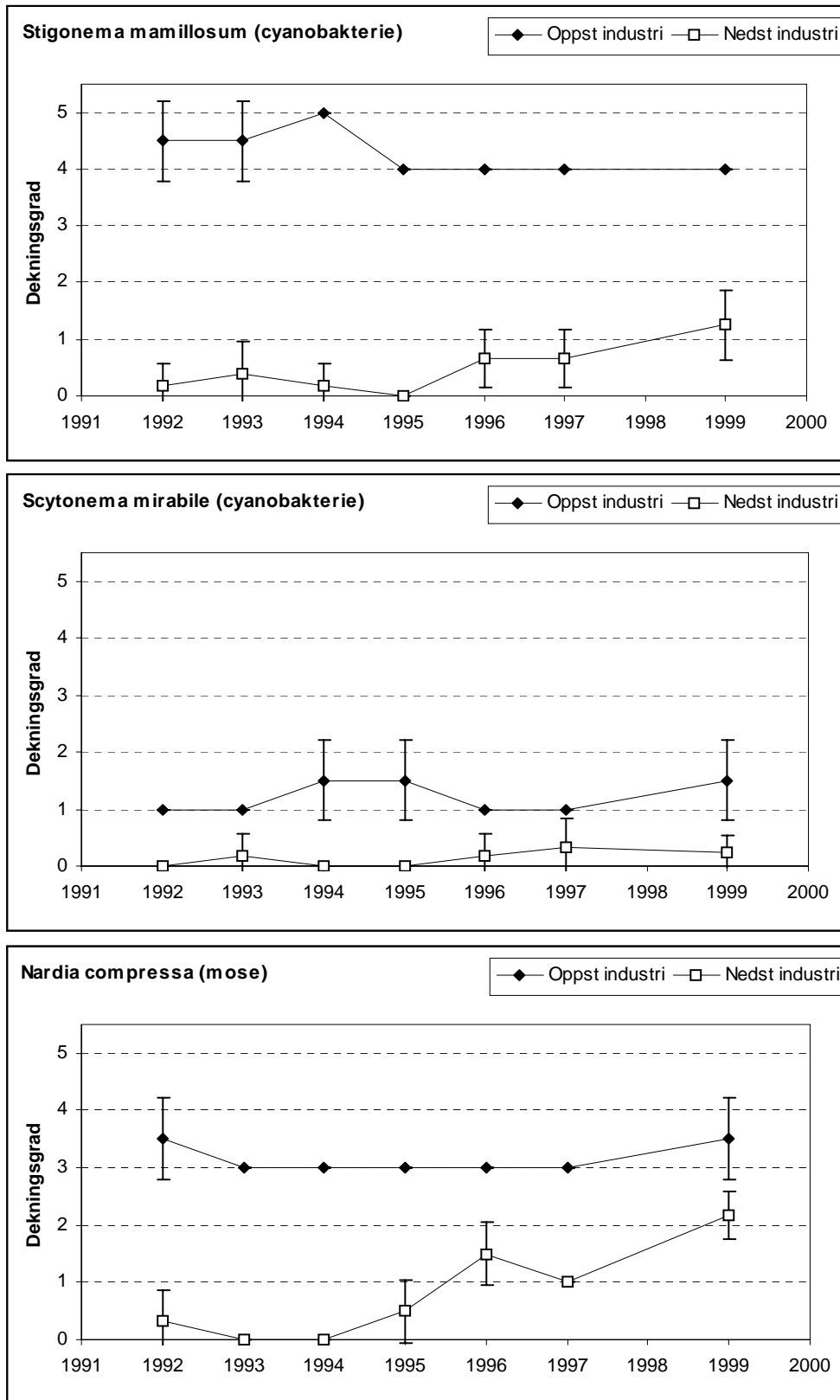
Rødalgen *B. turfocum*, som har etablert seg på st. 2, 3 og 4 etter 1995, hadde særlig stor forekomst på disse stasjonene i 1999. Det kan ha sammenheng med at vannføringen var høy i store deler av vekstperioden både i 1998 og 1999. Undersøkelser i Mandalselva tilsier at *B. turfocum* ikke tåler tørrlegging (S.W. Johansen, pers.medd.), og forekomsten vil derfor reduseres i år med lite nedbør og lav vannføring. Man kan dermed forvente vekslende forekomst fra år til år.

Cyanobakterien *Stigonema mamillosum* har også etablert seg og blitt en makroskopisk synlig begroingsenhet i nedre deler av Otra etter 1995 (**Figur 14**). Så langt er det mindre av denne nedstrøms Vigeland enn ved utløpet av Venneslafjorden. *S. mamillosum* svakt forsuringfølsom og forsvinner ved høye konsentrasjoner av fosfor (Lindstrøm 1997). Den andre cyanobakterien i **Figur 14**, *Scytonema mirabile*, har ikke etablert markerte/varige bestander nedstrøms Vigeland og opptrer, som tidligere, bare sporadisk og i små mengder i denne delen av Otra. Et par andre forsuringstolerante cyanobakterier, har også fått økt forekomst nedstrøms Vigeland (st. 2, 3 og 4) etter 1995. I september 1999 dannet bl.a. *Hapalosiphon hibernicus* sammen med et par uidentifiserte cyanobakterier et filtliknende belegg som dekket nærmere 10 % av elveleiet og krypsiv-vegetasjonen ved Skråstad (st.4). Liknende belegg er typisk for mange forsurede vassdrag på Sør- og Sørvestlandet. I september 1999 ble cyanobakterien *Capsosira brebisonii* observert på st. 1 i Otra for første gang. Denne algen ser ut til å dukke opp i stadig flere vassdrag som mottar langtransporterte forurensninger. Så langt er årsaken til dette ikke klarlagt.

Mosen *Nardia compressa* er klart forsuringsbegunstiget og har masseforekomst i en rekke sure vassdrag på Sør- og Sørvestlandet (Brandrud m. fl. 1999). Etter 1995 har den etablert seg på alle stasjoner nedstrøms Vigeland (st. 2, 3 og 4), men foreløpig i noe mindre mengder enn ved utløpet av Venneslafjorden (st.1) (**Figur 14**).



**Figur 13.** Dekningsgrad av begroingsalger i Otra, 1992- 1999. Figuren viser middelerverdier med standardavvik for juli- og septemberprøvene. De tre stasjonene nedstrøms Vigeland er slått sammen. Forklaring y-akse: 1=<5%dekning, 2=5-10%, 3=10-25%, 4=25-50%, 5=50-100%.

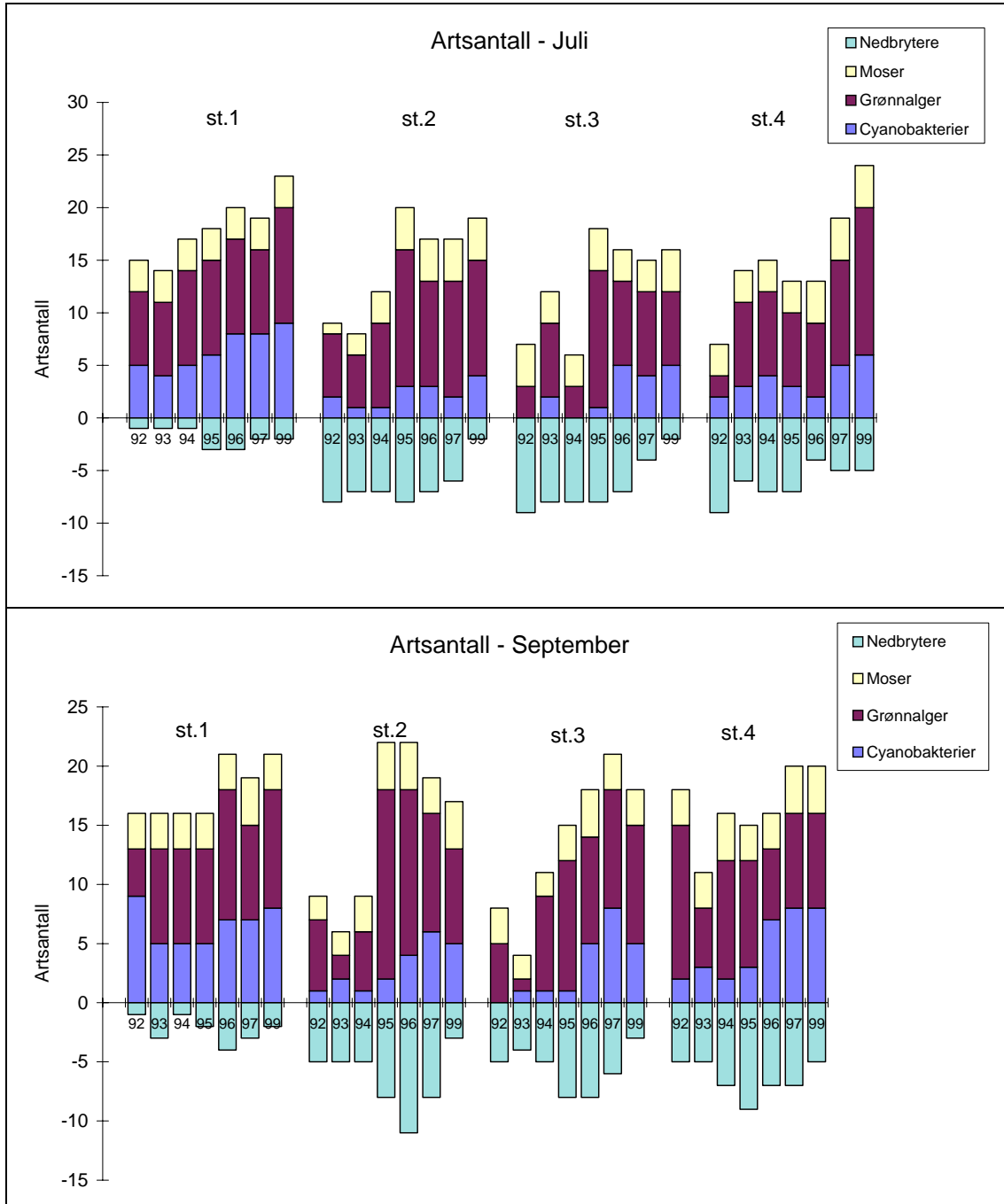


**Figur 14.** Dekningsgrad av begroingsalger og én elvemose, 1992-1999. Figuren viser middelerverdier med standardavvik for juli- og septemberprøvene. De tre stasjonene nedstrøms Vigeland er slått sammen. Forklaring y-akse: 1=<5%dekning, 2=5-10%, 3=10-25%, 4=25-50%, 5=50-100%.



### Artsantall av primærprodusenter og nedbrytere/konsumenter

Ovenfor industriutslippene ved utløp av Venneslafjorden (st.1) har det vært en moderat økning i artsantall av primærprodusenter etter 1993 (**Figur 15**). Det gjelder særlig cyanobakterier. I tillegg til at man kjenner lokaliteten godt og derfor finner flere arter, kan det se ut til at det virkelig har vært en liten økning i artsantall cyanobakterier på denne lokaliteten.



**Figur 15.** Artsmangfold av primærprodusenter (cyanobakterier, grønnalger, moser) og nedbrytere/konsumenter (sopp, bakterier, enkle dyr). Otra, juli og september 1992 til 1999.

Nedenfor industriutslippene, st. 2, 3 og 4, har artsantall av primærprodusenter økt markert fra og med 1995. Økningen har vært særlig utpreget på st. 2 Vigeland og st.3 Hagen. Her er artsantall av primærprodusenter mer enn fordoblet siden observasjoner startet i 1992. På den nederste st. 4 Skråstad ser økningen ut til å ha vært mest utpreget i 1997 og 1999. Totalt sett ser cyanobakteriene ut til å være den algegruppen som har økt mest i artsmangfold. At det opptrer svingninger i artsmangfold fra år til år skyldes trolig dels vekslende observasjonsforhold og dels reelle variasjoner/endringer i mangfoldet. I tillegg til at soppen *Fusarium* nå ser ut til å være forsvunnet i nedre del av Otra, tilsier observasjonene i 1999 at den generelle nedgangen i antall nedbrytere og konsumenter har vedvart (**Figur 15**). Dette er sannsynligvis en respons på reduserte tilførsler av lett nedbrytbart organisk stoff.

#### Kiselalgesamfunnet

I forhold til tilsvarende undersøkelser i 1995-97 viste kiselalgesamfunnet i 1999 små endringer i artssammensetning (**Vedlegg C3**). Forsuringstolerante arter som *Tabellaria flocculosa* og diverse representanter for slekten *Eunotia* preget samfunnet på alle stasjoner. Det var nå bare små forskjeller mellom stasjonene og kiselalgesamfunnet er ikke lenger spesielt artfattig nedstrøms Vigeland. Det var for øvrig påfallende liten forekomst av kiselalger i prøvene fra 1999, og dette influerte på det totale artsantall som ble registrert.

## 5. Fisk

### 5.1 Innledning

Otra ble undersøkt med hensyn til laksunger første gang i 1939 med finmasket not, og det ble den gang påvist høy tetthet av laksunger og ørret bl.a. ved Hagen (Rosseland 1968). Et sammenlignende fiske ble gjentatt i 1957, men da ble det ikke funnet laksunger i vassdraget. Senere er det fisket med elektrisk fiskeapparat hvert år i perioden 1957-67 over en strekning på 1,5-3 km fra Skråstad og oppover, men det ble ikke påvist laksunger i det hele tatt (Rosseland 1968). Dette settes i sammenheng med utslipp fra lokal industri, og den direkte årsak til nedgangen i fangstutbytte av laks som kommer til uttrykk i fangststatistikken fra midten av 1950-tallet. På midten av 1980-tallet ble det flere år registrert ca 50 laks i nedre deler av elva (Sivertsen 1989). Det ble likevel ikke påvist fiskeunger nedstrøms Vigelandsfossen (Haraldstad 1986), og vannkvaliteten i hovedvassdraget ble antatt å hindre en vellykket reproduksjon (Sivertsen 1989). Det ble foretatt nye ungfiskundersøkelser i 1988, men det ble heller ikke da påvist laks- eller ørretunger på stasjonene nedenfor Vigeland verken i juli eller november (Brabrand 1989). Etter dette er det ikke foretatt fiskeundersøkelser i vassdraget før det i 1997 ble gjennomført et elfiske for å vurdere skaden etter et giftutslipp i vassdraget (Aanes & Lydersen 1997). Store mengder død laks og ørret ble plukket opp fra elva, men det ble samtidig påvist laksunger i vassdraget for første gang på mange år. Tettheten av ungfisk var imidlertid svært lav – henholdsvis 4,4 og 1,5 individer pr. 100 m<sup>2</sup> for laks og ørret (Aanes & Lydersen 1997).

Det har vært en betydelig oppgang av laks i Otra utover på 1990-tallet. I dag fremstår Otra som Sørlandets beste lakseelv, og det er registrert høye fangster hvert år siden kortsalget startet i 1992 (**Tabell 2**, Otra Laxefiskelag & Agder Skogeigarlag 1999). Innrapportert fangst i 1998 på 5,8 tonn er den høyeste registrerte i løpet av hele 1900-tallet. I 1999 var fangsten redusert til 2,4 tonn, og det var størst nedgang i andelen smålaks. Det er ikke satt ut laksyngel i Otra etter 1990, men laksunger som er satt ut bl.a. i Audna har vist stor feilvandring, og i enkelte år er betydelige antall meldt tilbake fra Otra. I tillegg til laks med opprinnelse fra andre vassdrag vil en del fisk stamme fra oppdrettsanlegg og utsetninger i forbindelse med ulike havbeiteprosjekt, men det kan også være enkelte laks som stammer fra refugier i sidebekker i nedre del av Otra.

**Tabell 2.** Fangst av laks og sjøørret i Otra 1993-1999.

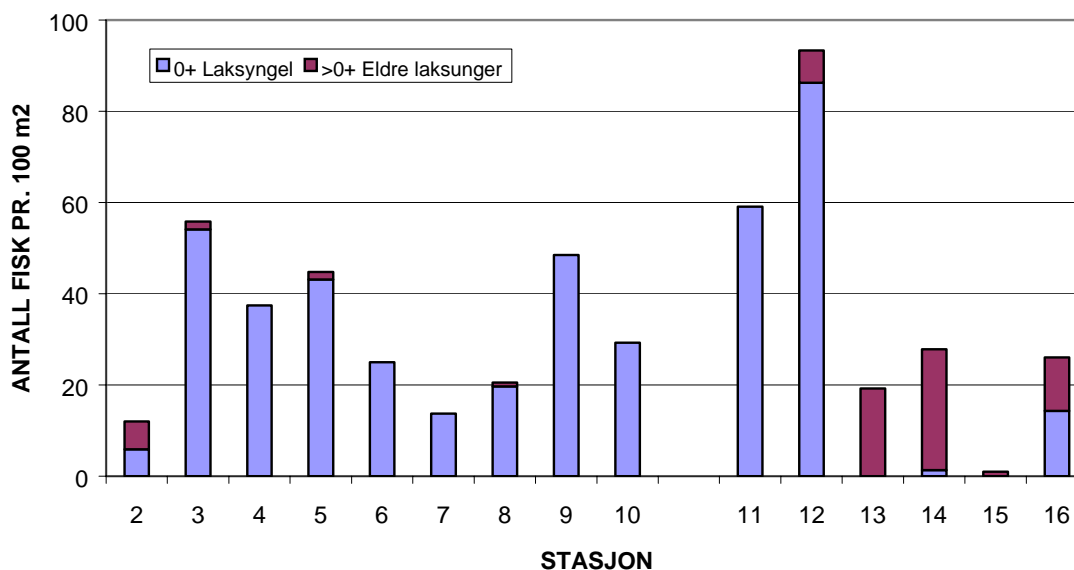
År	Laks		Sjøørret	
	Antall	Vekt, kg	Antall	Vekt, kg
1993	804	2462	397	190
1994	1668	4019	216	166
1995	987	2419	395	201
1996	589	1423	211	110
1997	886	2041	52	42
1998	2768	5843	201	237
1999	1039	2446	151	134

I 1997 etablerte Fylkesmannen i Vest-Agder, NIVA og Otra Laxefiskelag et samarbeid om overvåking av elva. I den sammenheng ble det i tillegg til tidligere overvåking av vannkvalitet, vannvegetasjon og bunndyr også startet en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i lakseførende del av vassdraget høsten 1998 (Kaste et al. 1999). Dette arbeidet ble videreført i 1999, og programmet ble utvidet til også å omfatte Straisbekken.

## 5.2 Resultater

### Laks

Det ble funnet laksyngel på alle stasjonene i lakseførende strekning opp forbi Vigeland Bruk i 1999. Det var fra lav til moderat høy tetthet av laksyngel i 1999 varierende fra 6 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 2 til 54 individer på stasjon 3 (**Figur 16**). Tetthet1 for alle stasjonene samlet var 33 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er en vesentlig økning sammenlignet med 1998 da tetthet1 var 12 individer i gjennomsnitt (jf. **Vedlegg D.2**), og utviklingen følger den positive tendensen som er funnet også i andre vassdrag i regionen i 1999 (f.eks. Kvina, Lygna, og Mandalselva) (**Tabell 3**).



**Figur 16.** Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks på de enkelte stasjonene i Otra i august 1999. Stasjon 2-10 ligger i hovedvassdraget med stasjon 2 ved Vigeland Bruk, 11-12 i Høyebekken, stasjon 13-14 i Lonanebekken og stasjon 15-16 i Straisbekken.

Eldre laksunger var imidlertid tilstede bare i svært lave tettheter i lakseførende del av vassdraget også i 1999 selv om utbredelsen i vassdraget økte noe. Det ble fanget eldre laksunger på fire stasjoner, men tilslaget var lavere enn forventet utfra utbredelse og tetthet av laksyngel i 1998. De større laksungene kan i noen grad oppholde seg i de dypere partiene av elva der den er utenfor rekkevidden ved elfiske, men dette kan ikke forklare alt (basert på erfaringer fra andre vassdrag).

Flere høye målinger av labilt aluminium ved Hunsfoss etter 1996 tyder på at vassdragsfeltet mellom Evje og Vennesla fortsatt er påvirket av forsuring og bidrar med aluminium (Kroglund et al. 1999). Dette gjør at vannkvaliteten i anadrom strekning av Otra fortsatt er mer variabel enn vannkvaliteten er høyere oppe i vassdraget. Vannprøver tatt på Skråstad vinteren/våren 1998/1999 viste en betydelig pH-reduksjon i januar/februar. Perioden med lav pH falt som forventet sammen med en periode med høy konsentrasjon av labilt aluminium. Dette kan ha virket negativt på laksungene i Otra, og kan ha gitt en svakere overlevelse gjennom vinteren enn forventet.

I sidebekkene (Lonanebekken, Høyebekken og Straisbekken) ble det funnet laksunger i varierende antall i alle bekkene i 1999 (**Figur 16**). Det var spesielt høy tetthet av laksyngel i Høyebekken (59-86 individer pr. 100 m<sup>2</sup>), og dette var en betydelig økning i forhold til året før. Det ble bare fanget en laksyngel i Lonanebekken i 1999, og dette var en reduksjon sammenlignet med 1998. Det var derimot høy tetthet av eldre laksunger i Lonanebekken i 1999 (19-27 individer pr. 100 m<sup>2</sup>). Det var

gjennomgående høyest tetthet av laksunger (både yngel og eldre laksunger) på den stasjonen som lå nærmest utløpet i hovedvassdraget. Tetthet1 for laksyngel og eldre laksunger i sidebekkene var henholdsvis 26 og 10 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette var om lag samme tetthet av laksyngel som i hovedvassdraget, men betydelig høyere tetthet av eldre laksunger. På tross av et begrenset oppvekstareal vil bekkene derfor fortsatt bidra positivt til bestanden av laks i Otra.

**Tabell 3.** Ungfisktettheter (tetthet1) pr. 100 m<sup>2</sup> samlet for laks (yngel og eldre laksunger) og ørret (yngel og eldre ørretunger) i de største elvene i Aust- og Vest-Agder i 1995-1999 (DN 1997; 1998a; 1998b, 1999, B. M. Larsen unpubl. data, B. Barlaup pers. medd.). i.u. = ikke undersøkt.

	STORELV (VEGÅR)	TOVDAL	MANDAL	AUDNA	LYGNA	KVINA	OTRA
<b>LAKS</b>							
1995	23	0	0	15	5	8	i.u.
1996	39	0	<1	18	1	4	i.u.
1997	39	8	1	29	7	11	4
1998	21	3	6	19	5	7	11
1999	44	8	25	50	43	33	34
<b>ØRRET</b>							
1995	28	20	15	45	44	29	i.u.
1996	20	26	15	48	31	23	i.u.
1997	42	50	12	24	29	25	2
1998	30	26	20	23	27	16	17
1999	41	40	28	28	52	23	32

Det ble gjennomført histologiske undersøkelser av gjeller fra laks og ørret i lakseførende del av Otra i 1998 og 1999. Det ble ikke påvist metallakkumulering på gjelleoverflaten (**Tabell 4**). Det ble derimot påvist metallakkumulering i gjellepitelet til all fisk i vassdraget i 1998. Det ble bare undersøkt to laksunger, men begge hadde store mengder metall akkumulert i epitelet (**Tabell 4**). Hos ørretungene ble det påvist fra moderate til store mengder i epitelet, og det var bare små forskjeller innad i vassdraget. Det ble påvist mindre metallakkumulering i gjellepitelet hos all fisk i august 1999, og hos ørret fra Vigeland Bruk ble det ikke påvist slik akkumulering i det hele tatt. Det kan synes som om det var størst metallakkumulering i nedre del av hovedvassdraget i 1999, men likevel bare i sparsomme mengder hos all fisk. Ved tilsvarende undersøkelser gjennomført i vassdraget i mai 1999 ble det heller ikke påvist aluminium på gjelleoverflaten, og all aluminium var lokalisert dypt i vevsstrukturen (Kroglund et al. 1999). En vet foreløpig ikke hvor stor en slik metallakkumulering må være for at den skal ha negative effekter på individ- eller populasjonsnivå. Det er likevel antatt at all metallakkumulering i epitelet som blir påvist med histokjemiske metoder er et uttrykk for en suboptimal vannkvalitet (Kvallestad & Larsen 1999).

Konsentrasjonen av aluminium i gjellene var moderat til høy i ulike deler av lakseførende strekning og i Høyebekken i 1998 og 1999 (**Tabell 5**). For gjelle-Al er det satt en grense for effekt på fisken ved 10-30 µg Al/g tørrvekt (Kroglund et al. 1999). Samlet hadde 38 % av ørreten i Otra en normal gjelletilstand og ingen antatt fysiologisk effekt på grunn av gjelle-Al i 1998-1999 (<10 µg Al/g tørrvekt). Individer med gjelle-Al som representerer en moderat effekt (31-100 µg Al/g tørrvekt) utgjorde 31 % av materialet. Det var noe høyere konsentrasjon av gjelle-Al hos laks, og 86 % av individene antas å vise en moderat eller betydelig fysiologisk effekt på grunn av gjelle-Al. Konsentrasjonene av gjelle-Al var høyere i hovedvassdraget i 1999 sammenlignet med Høyebekken.

**Tabell 4.** Histologiske undersøkelser av gjeller fra fisk i Otra i august 1998-1999. N er antall fisk undersøkt. ASA+overfl. = ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten. Andel av fisken som har ulike

grader av metallakkumulering (0-3) på gjelleoverflaten er oppgitt. ASA+int. = ASA-positivt materiale i gjelleepitelet. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) i gjelleepitelet er oppgitt. 0 = ikke påvist, (1) = særskilt sparsom forekomst, 1 = sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

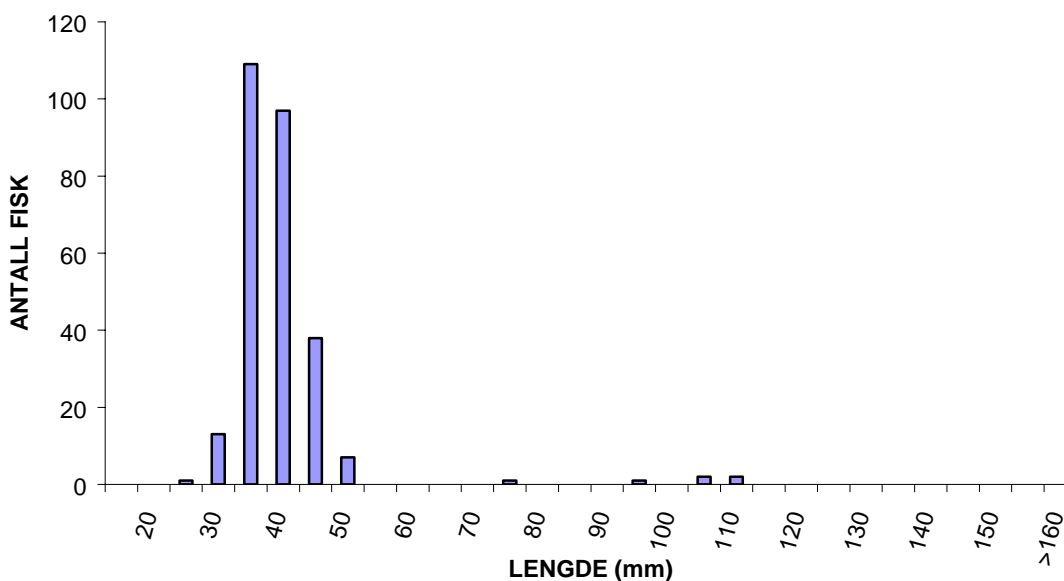
Art	År	Stasjon	N	ASA+ overfl., %					ASA+ int., %				
				0	(1)	1	2	3	0	(1)	1	2	3
Laks	1998	7	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
		9	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	1999	2,3,5	5	100	0	0	0	0	40	40	20	0	0
		8	1	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Ørret	1998	12	5	100	0	0	0	0	80	0	20	0	0
		2,4	4	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0
		5-7	7	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	1999	8,10	7	100	0	0	0	0	0	0	0	57	43
		2,3	4	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
		8	3	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0

**Tabell 5.** Kvantitative analyser av aluminiumsinnhold i gjeller ( $\mu\text{g Al/g}$  tørrvekt) fra fisk i Otra i august 1998-1999. N er antall fisk undersøkt.

Art	År	Stasjon	N	Gjelle-Al	
				$\mu\text{g Al/g}$ tørrvekt	Maks-verdi
Laks	1998	5-7	1	43	43
		8-10	1	31	31
	1999	2-4	4	41 $\pm$ 31	80
		8-10	1	191	191
Ørret	1998	12	7	19 $\pm$ 13	44
		2-4	4	9 $\pm$ 15	31
		5-7	7	26 $\pm$ 20	54
	1999	8-10	9	20 $\pm$ 26	88
		2-4	4	26 $\pm$ 20	46
		8-10	8	29 $\pm$ 22	70
		12	2	17 $\pm$ 21	31

Laksungene i hovedvassdraget varierte i lengde fra 28 til 111 mm i august 1999 (**Figur 17**). Laksungene i sidebekkene varierte i lengde fra 35 til 150 mm (**Figur 18**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 40 mm i hovedvassdraget (N = 265; sd = 4), og det var ingen vekstforskjeller innad i vassdraget (**Tabell 6**). Det var noe bedre vekst i sidebekkene der gjennomsnittslengden var 48 mm (N = 132; sd = 5).

Lengden av ett-årige laksunger var henholdsvis 105 og 92 mm i Høyebekken og Lonanebekken i 1999 (**Tabell 7**). Veksten er dårligst i Lonanebekken, og bare en mindre del av fisken vil vandre ut som to-årig smolt. I Høyebekken og i hovedvassdraget vil en større andel vandre ut allerede som to-årig smolt, men her har vi lite informasjon foreløpig. Samlet for hele vassdraget var fordelingen mellom 1+ og 2+ laks henholdsvis 61 og 39 %, og begrepet eldre laksunger omfatter bare ett- og to-årige laksunger i 1999. Det var henholdsvis 23 og 73 % av de ett- og to-årige hannene som var gytepar. Disse ble funnet i Lonanebekken og Straisbekken, men materialet fra de andre lokalitetene var også svært lite.



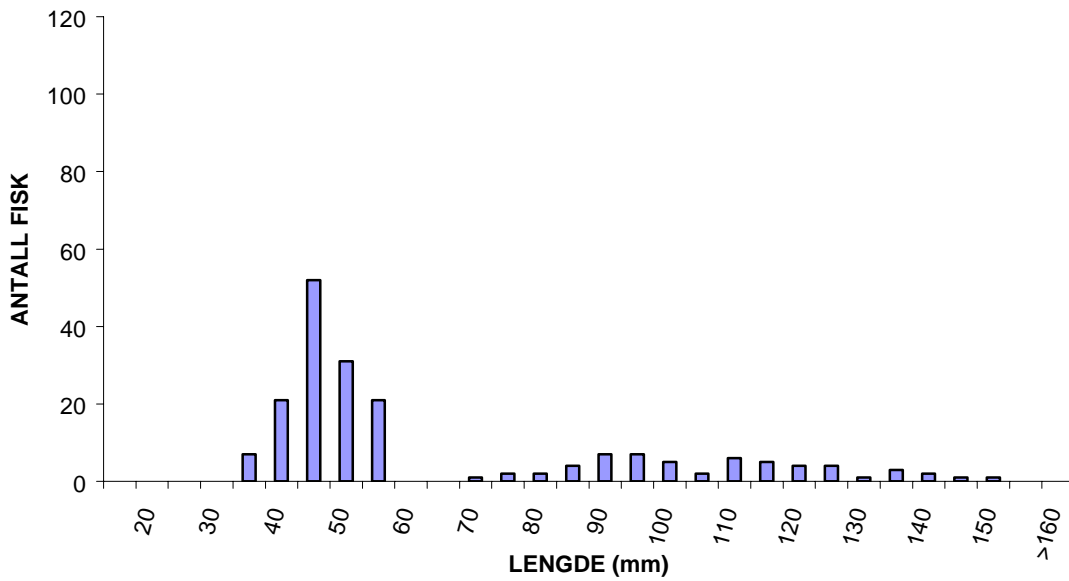
**Figur 17.** Lengdefordeling av laks (N = 271) fra lakseførende del av Otrå (stasjon 2-10) i august 1999.

**Tabell 6.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $x \pm sd$ ) for årsyngel av laks og ørret i ulike deler av Otrå i 1999. N er antall undersøkte individer.

STASJON	LAKS		ØRRET	
	$x \pm sd$	N	$X \pm sd$	N
1 Hunsfoss fabrikk	-	0	47±6	74
2-4 Vigeland bruk – Vigeland hovedgård	41±4	95	47±5	67
5-7 Åbål – Kvarstein	40±4	70	46±7	73
8-10 Haus – Hagen	40±4	100	49±5	97
11-12 Høiebekken	48±5	116	50±7	73
13-14 Lonanebekken	48	1	48±8	49
15-16 Straisbekken	49±4	15	55±8	52

### Ørret

Det ble funnet ørretyngel på alle de undersøkte stasjonene i hovedvassdraget og sidebekker. Tettheten ved Hunsfoss Fabrikk (stasjon 1) var moderat høy med 54 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 19**). På stasjonene i lakseførende del av vassdraget varierte tettheten mellom 13 og 74 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er til dels høye tettheter, og totaltettheten av fiskeunger overstiger nå 100 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på enkeltstasjoner. Tetthet for ørretyngel for alle stasjonene samlet var 32 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette var dobbelt så høyt som i 1998, og også en meget positiv utvikling sammenlignet med de andre vassdragene på Sørlandet (**Tabell 3**).

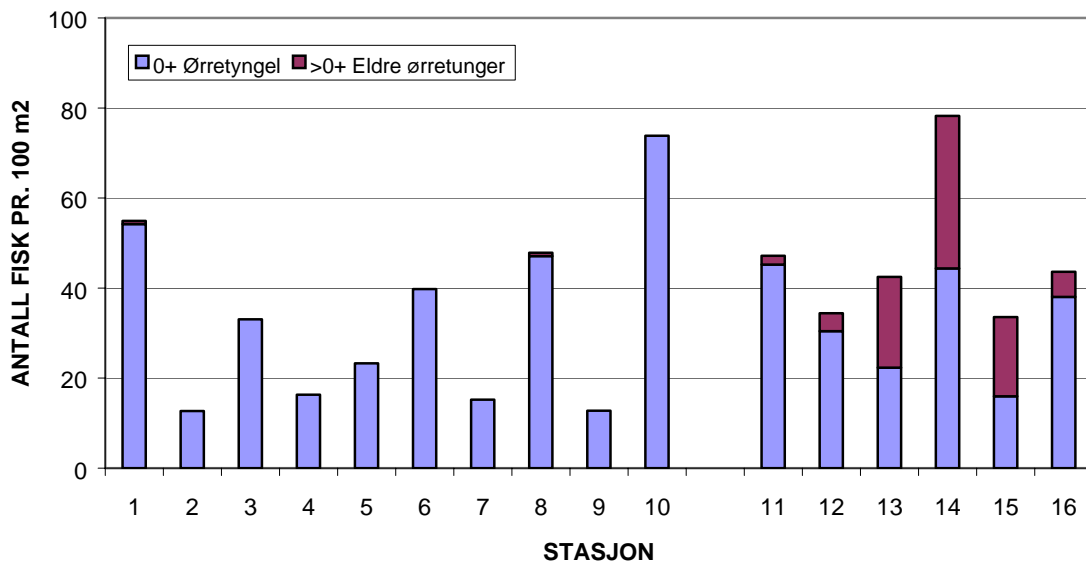


**Figur 18.** Lengdefordeling av laks (N = 189) fra sidebekker (stasjon 11-16 i Høiebekken, Lonanebekken og Straisbekken) i lakseførende del av Otra i august 1999.

**Tabell 7.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $x \pm sd$ ) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Otra i 1998-1999. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

OTRA	0+		1+		2+	
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
<b>LAKS</b>						
AUG 1998 ST. 1-10	53±7	61	117	1	135	1
ST. 11-12	54±5	12	89±8	19	118±9	5
ST. 13-14	48±6	13	83±11	17	-	0
AUG 1999 ST. 1-10	40±4	74	98±12	6	-	0
ST. 11-12	46±5	35	105±5	6	136	1
ST. 13-14	46	1	92±9	22	126±12	15
ST. 15-16	49±4	15	96±6	4	123±11	8
<b>ØRRET</b>						
AUG 1998 ST. 1-10	60±8	101	126±15	9	190	1
ST. 11-12	55±7	14	111±20	7	160±7	3
ST. 13-14	47±4	13	95±14	13	142±19	10
AUG 1999 ST. 1-10	48±6	86	113±14	11	171	1
ST. 11-12	48±6	28	122±5	3	178	1
ST. 13-14	49±7	48	113±13	15	149±4	5
ST. 15-16	56±7	31	107±11	7	135±11	6

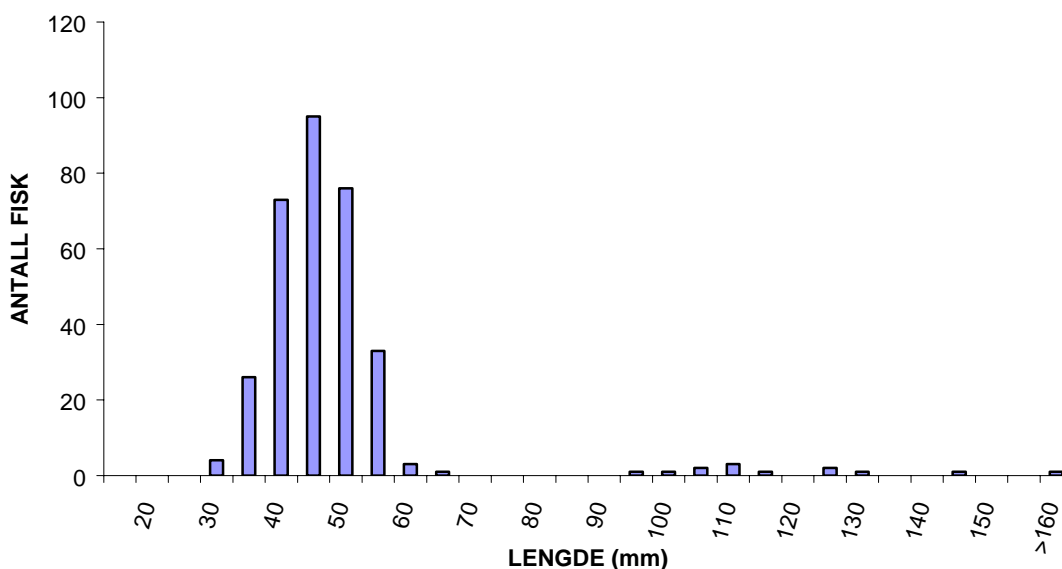




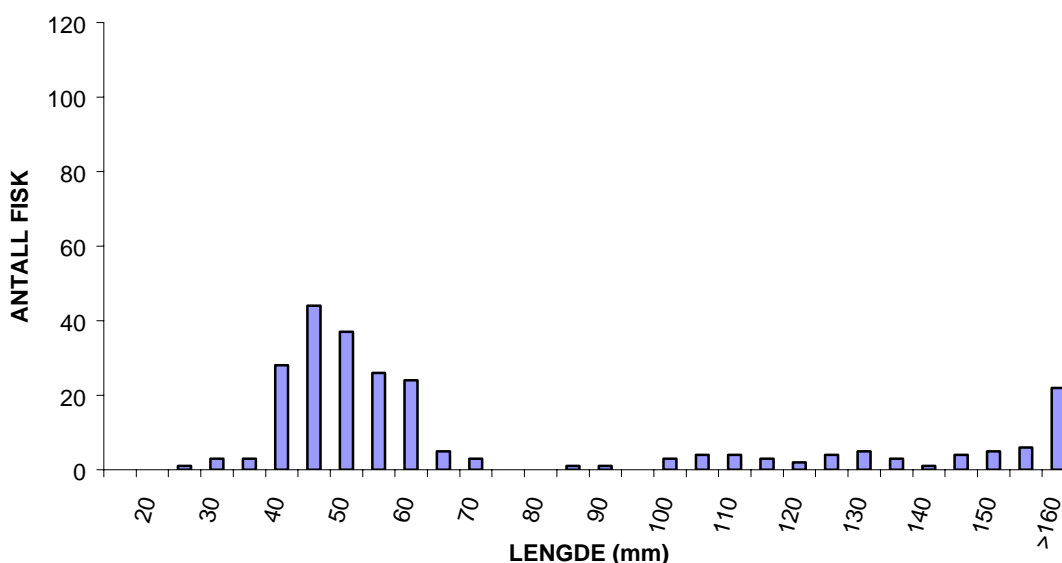
**Figur 19.** Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av ørret på de enkelte stasjonene i Otra i august 1999. Stasjon 1-10 ligger i hovedvassdraget med stasjon 1 ved Vennesla like ovenfor lakseførende strekning, stasjon 11-12 i Høyebekken, stasjon 13-14 i Lonanebekken og stasjon 15-16 i Straisbekken.

På samme måten som for eldre laksunger var det også svært lave tettheter av eldre ørretunger i lakseførende del av vassdraget i 1999. Det ble bare fanget to individer innenfor arealet for de utvalgte stasjonene, men i nærheten av stasjonene 2 og 8 ble det fanget ytterligere 11 individer. Tettheten av eldre ørretunger er høyere og til dels betydelig høyere i sidebekkene (spesielt Lonanebekken og Straisbekken), men forskjellen kan ikke bare forklares med høyere fangbarhet av fisk i de små bekkene. I Høyebekken var tettheten av eldre ørretunger lavest og noe lavere enn året før, men høy tetthet av ørret yngel i 1999 gir forventninger om at dette kan ta seg opp igjen til neste år.

Ørretungene i hovedvassdraget varierte i størrelse fra 31 til 182 mm i august 1999 (**Figur 20**). Ørretungene i sidebekkene varierte fra 29 til 243 mm (**Figur 21**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 47 mm i hovedvassdraget (N = 311; sd = 6), og det var bare mindre vekstforskjeller innad i vassdraget (**Tabell 6**). I sidebekkene var veksten enkelte steder noe bedre, og i Straisbekken var gjennomsnittslengden til sammenligning 55 mm. Lengden av ett-årige ørretunger var henholdsvis 113 og 107 mm i Lonanebekken og Straisbekken, og 113 mm i hovedvassdraget (**Tabell 7**). Det var noe bedre vekst i sidebekkene og noe dårligere vekst i hovedvassdraget i 1999 sammenlignet med 1998. Det er en blanding av stasjonær elvelevende ørret og sjørørret i vassdraget, og en del av fisken vil smoltifisere etter to år på elva eller i bekkene. I sidebekkene det ble funnet at henholdsvis 8 % og 38 % av de ett- og to-årige hannene var gytepar. Samlet for hele vassdraget var fordelingen mellom 1+ og 2+ ørret henholdsvis 73 og 27 % av de eldre ørretungene i 1999. Det ble imidlertid fanget noen større individer i sidebekkene som ikke ble aldersbestemt, men som sannsynligvis var 3+ og 4+ utfra lengden på fisken. Begrepet eldre ørretunger omfatter derfor i hovedsak ett- og to-årige ørretunger i Otra, men med innslag av eldre årsklasser i sidebekkene.



**Figur 20.** Lengdefordeling av ørret (N = 324) fra hovedvassdraget ved Hunsfoss fabrikker og lakseførende del av Otra (stasjon 1-10) i august 1999.



**Figur 21.** Lengdefordeling av ørret (N = 242) fra sidebekker (stasjon 1-16 i Høiebekken, Lonanebekken og Straisbekken) i lakseførende del av Otra i august 1999.

#### Andre arter

Av andre arter ble det fanget ål i lite antall på seks av stasjonene i hovedvassdraget, på begge stasjonene i Høiebekken og på en stasjon i Straisbekken. I tillegg ble det fanget niøye i mindre antall på en av stasjonene i hovedvassdraget. Bekkerøye ble funnet på begge stasjonene i Lonanebekken i 1999. I tillegg ble det fanget abbor i hovedvassdraget nedenfor Vigeland Bruk. I tillegg til de nevnte fiskeartene skal det også finnes skrubbe på strekningen nedenfor Vigelandsfossen (Otra Laxefiskelag & Agder Skogeigarlag 1999). Lenger opp i vassdraget finnes ørekyte, og det er en fare for at denne også med tiden kan spre seg til de lakseførende delene av vassdraget.

## 6. Anbefalinger

De store vannkvalitetsforbedringene på 1990-tallet, som følge av reduserte industriutslipp og redusert forurensning, har medført at Otra nå er blitt en mer attraktiv elv for allmennheten, f.eks. til fiske, rekreasjon og bading. Etterhvert som denne bruken av elva øker, vil en også oppleve at kravene til vannkvalitet og til de estetiske forholdene omkring elva øker.

Overvåkingsdata fra de senere år viser at en er i ferd med å nå mange av de målene som er satt for vannkvaliteten. Relativt store variasjoner fra år til år, for eksempel i bakterietallene, viser imidlertid at det fortsatt er forbedringsmuligheter. Etterhvert som konsentrasjonene av fosfor og organisk stoff er i ferd med å nærme seg naturtilstanden for vassdraget står forurensningen igjen som det alvorligste miljøproblemet i Otra.

I tiden framover anbefales derfor:

- Ytterligere sikring av kommunalt kloaknett mot lekkasjer og overløp under flom. Årsaken til høye fosforkonsentrasjoner nedstrøms Evje bør klarlegges.
- Videre arbeid for å få alt avløpsvann fra Hunsfos inn på Otra-ledningen.
- Videreføre kommunenes og bedriftenes egenkontroll og registrering av uhellsutslipp til elva.
- Gjennomgå beredskapstjenesten ved akuttutslipp.
- Vurdere behov for kalking – eksempelvis av større, sure sidevassdrag nedstrøms Byglandsfjorden.
- Vurdere tiltak mot masseforekomster av grønnalger og krypsiv, som er til ulempe for blant annet fiskeinteressene.
- Videreføre overvåkingen av vannkjemi, bakteriologi, bunndyr, vegetasjon og fisk.

## 7. Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och öring - synpunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Brabrand, Å. 1989. Fiskeribiologiske undersøkelser i nedre Otra med Kilefjorden, Gåseflåfjorden og Venneslafjorden. - Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Oslo. Rapport 114. 24 s.
- Brandrud, T.E., Halvorsen, G., Lindstrøm, E.-A., Raddum, G., Brettum, P., Dolmen, D., Halvorsen, G., Schnell, Ø., Storeid, S.E. & Walseng, B. 1999. Effekter av kalking på biologisk mangfold. Undersøkelser i Tovdalsvassdraget 1995-96. Utredning for DN 1999-9. 125 sider.
- Bratli, J.L., Holtan, H. & Jacobsen, T. 1995. Miljømål for vannforekomstene - forventet naturtilstand. SFT-veileder 95:04, TA-1141/1995, 41 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 1997. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. - DN-notat 1997-1. 288 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 1998a. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. - DN-notat 1998-1. 193 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 1998b. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. - DN-notat 1998-3. 376 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN) 1999. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. - DN-notat 1999-4. 463 s.
- DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon 3955 Hannåsmyran, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorogogiske institutt, Oslo.
- Haraldstad, Ø. 1986. Lakseundersøkelse i Otra 1986. - Notat. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen. 8 s.
- Hindar, A. Næs, K. & Molvær, J. 1989. Betydning av sur nedbør for økte nitrogentilførsler til fjordområder. Forprosjekt. NIVA-rapport 2257, 45 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J & Bækken, T. 1991. Otra 1987-90. Tiltaksorientert overvåking. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 472/91. 68 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J., Bækken, T. & Lindstrøm, E.A. 1993. Otra 1992. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse. SFT/NIVA. Overvåkingsrapport 535/93, NIVA-rapport 2951, 43 s.
- Kaste, Ø. & Håvardstun, J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i Otra med tilløp 1997. NIVA-rapport 3866, 36 s.
- Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Lindstrøm, E.A. & Aanes, K.J. 1996. Otra 1992-1995. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 657/96, NIVA- rapport 3479, 51 s.
- Kaste, Ø., Henriksen, A., & Hindar, A. 1997b. Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio* 26: 296-303.

- Kaste, Ø., Lande, A., Larsen, B.M., Aanes, K.J. & Åsen, P.A. 1999. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1998. – Statlig program for forurensningsovervåking/NIVA. Rapport 767/99. 58 s.
- Kaste, Ø., Lindstrøm, E.A., Skiple, A. & Aanes, K.J. 1997a. Otra 1996. Tiltaksorientert overvåking og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. SFT-overvåkingsrapport 698/97, NIVA- rapport 3683, 39 s.
- Kaste, Ø., Lindstrøm, E-A. & Aanes, K.J. 1998. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 1997. NIVA-rapport 3883, 47 s.
- Kroglund, F., Berger, H.M., Lande, A., Kaste, Ø., Johansen, M.-B. & Håvardstun, J. 1999. Status for vann- og smoltkvalitet i Otra, Vest-Agder, våren 1999. – NIVA Rapport O-99097. 40 s.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk som del av overvåking av ungfiskbestander i lakseførende vassdrag. – NINA Fagrapport 36: 1-76.
- Lande, A. 1986. Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurdering av vannkvalitesendringer i forbindelse med anleggsvirksomheten. NIVA-rapport 1905, 39 s.
- Lindstrøm, E.-A. 1997. Virkninger av forurensninger på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstednære områder. Fastsittende alger i rennende vann - en kunnskapsstatus. Norsk Institutt for vannforskning, NIVA P-966023. 68 sider.
- Lindstrøm, E.-A. & Johansen, S.W. 1999. mengdemessig utvikling av av algebegroing etter kalking - årsaker og effekter. (Dn - årsrapport, i trykk)
- NVE 2000. Vannføring ved NVE-stasjon Heisel i 1999. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Otra Laxefiskelag & Agder Skogeigarlag 1999. Driftsplan for Otra. - Rapport. 70 s.
- Rosseland, L. 1968. Otra. - Notat. Fiskeforskningen Vollebakk. 15 s. + vedlegg.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. SFT-rapport 781/99, 240 s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - NINA Utredning 10: 1-28.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. SFT- rapport 677/96, 73 s.
- Sosial og helsedepartementet 1995. Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm. Nr. 68, I-9/95, 38 s.
- Statens helsetilsyn 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94, 8 s.
- Staurnes, M., Kroglund, F. & Rosseland, B.O. 1995. Water quality requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in water undergoing acidification or liming in Norway. *Water, Air Soil Pollut.* 85: 347-352.
- Traaen, T.S. & Johannessen, M. 1987. Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Rapport 301/88. NIVA-løpenr. 2069, 29 s.
- Aanes, K.J. & Lydersen, E. 1997. Konsekvensutredning- laksedød Otra. NIVA-rapport 3806, 86 s.

## Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

### Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut fra tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann-råvann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsfiske og jordvanning - åker og eng.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen et al. 1997).

Virksomheter av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
<b>Næringsalter</b>	Total fosfor, µg P/L	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a, µg/L	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	Prim. prod., g C/m <sup>2</sup> år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, µg N/L	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
<b>Organiske stoffer</b>	TOC, mg C/L	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Fargetall, mg Pt/L	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	Oksygen, mg O <sub>2</sub> /L	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	Oksygenmetning, %	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	KOF <sub>Mn</sub> , mg O/L	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Jern, µg Fe/L	<50	50-100	100-300	300-600	>600
	Mangan, µg Mn/L	<20	20-50	50-100	100-150	>150
<b>Forsurende stoffer</b>	Alkalitet, mmol/L	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
<b>Partikler</b>	Turbiditet, FTU	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	Suspendert stoff, mg/L	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
<b>Tarmbakterier</b>	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
<b>Miljøgifter (tungmetaller) i vann</b>	Kobber, µg Cu/L	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, µg Zn/L	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium, µg Cd/L	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly, µg Pb/L	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel, µg Ni/L	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom, µg Cr/L	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv, µg Hg/L	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Nøkkelparametre er gitt i kursiv.

## Vedlegg B. Primærdata - vannkjemi og bakterier

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	K	Kalium	TOT-N	Total nitrogen
ALK-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	Cl	Klorid	TOT-P	Total fosfor
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	SO4	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-labil aluminium	Na	Natrium	NO3-N	Nitrat	KOF	Kjemisk oksygenforbruk (Mn)
LAI	Labil aluminium						

### B.1 Vannkjemi

St.nr		DATO	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	TOT-N µg/L	TOT-P µg/L	ANC µekv/L
450	Skråstad	20.01.99	5,46	1,07	8	122	73	49	2,7	2,3	0,37	1,95	0,26	3,40	2,5	205	345	5,0	13
450	Skråstad	24.02.99	5,31	1,02	0	72	31	41	1,6	2,2	0,69	1,10	0,18	1,80	4,5	139	235	5,0	6
450	Skråstad	16.03.99	6,06	1,02	20	35	28	7	1,4	1,6	0,27	1,12	0,19	1,80	2,2	148	235	2,0	20
450	Skråstad	19.04.99	5,80	0,99	16	59	48	11	2,1	1,6	0,23	1,13	0,21	1,80	1,9	136	255	3,0	23
450	Skråstad	19.05.99	5,96	0,97	16	43	31	12	1,7	1,5	0,21	1,08	0,21	1,70	1,7	132	230	2,0	25
450	Skråstad	16.06.99	5,65	0,90	10	78	61	17	2,9	1,5	0,21	1,11	0,20	1,60	1,8	120	270	4,0	24
450	Skråstad	21.07.99	6,05	0,89	18	44	34	10	2,3	1,4	0,20	1,06	0,14	1,70	1,7	96	220	3,0	20
450	Skråstad	18.08.99	5,61	0,86	10	53	39	14	2,3	1,4	0,19	1,01	0,19	1,50	1,7	98	235	4,0	23
450	Skråstad	22.09.99	5,93	0,97	16	63	49	14	2,7	1,6	0,23	1,18	0,29	1,70	1,8	118	265	4,0	32
450	Skråstad	18.10.99	5,79	0,88	14	66	53	13	2,5	1,4	0,20	1,03	0,19	1,70	1,9	109	235	3,0	15
450	Skråstad	17.11.99	5,80	0,93	15	76	58	18	2,5	1,6	0,22	1,14	0,22	1,80	2,0	140	265	3,0	17
450	Skråstad	15.12.99	5,61	0,93	10	98	65	33	2,3	1,8	0,25	1,32	0,22	2,60	2,1	143	265	3,0	3
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>Mid</b>	<b>5,75</b>	<b>0,95</b>	<b>13</b>	<b>67</b>	<b>48</b>	<b>20</b>	<b>2,3</b>	<b>1,66</b>	<b>0,27</b>	<b>1,19</b>	<b>0,21</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>132</b>	<b>255</b>	<b>3,4</b>	<b>18</b>
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>Min</b>	<b>5,31</b>	<b>0,86</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,37</b>	<b>0,19</b>	<b>1,01</b>	<b>0,14</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>96</b>	<b>220</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>450</b>	<b>Skråstad</b>	<b>Maks</b>	<b>6,06</b>	<b>1,07</b>	<b>20</b>	<b>122</b>	<b>73</b>	<b>49</b>	<b>2,9</b>	<b>2,33</b>	<b>0,69</b>	<b>1,95</b>	<b>0,29</b>	<b>3,4</b>	<b>4,5</b>	<b>205</b>	<b>345</b>	<b>5</b>	<b>32</b>
460	Oppstrøms Hunsfoss	20.01.99	5,44	0,98	9	113	69	44	2,5	2,0	0,29	1,66	0,24	2,90	2,2	190	340	4,0	10
460	Oppstrøms Hunsfoss	24.02.99	5,98	0,94	16	48	33	15	1,6	1,4	0,19	1,03	0,17	1,60	1,7	134	230	3,0	22
460	Oppstrøms Hunsfoss	16.03.99	6,08	0,93	20	28	23	5	1,4	1,4	0,19	1,03	0,17	1,60	1,7	139	220	2,0	21
460	Oppstrøms Hunsfoss	19.04.99	5,82	0,94	16	59	45	14	1,9	1,5	0,20	1,06	0,20	1,70	1,8	135	245	4,0	20
460	Oppstrøms Hunsfoss	19.05.99	5,86	0,90	15	46	33	13	1,7	1,5	0,19	1,02	0,21	1,50	1,6	126	235	3,0	26
460	Oppstrøms Hunsfoss	16.06.99	5,62	0,85	10	80	62	18	2,9	1,5	0,20	1,05	0,20	1,50	1,7	119	255	4,0	24
460	Oppstrøms Hunsfoss	21.07.99	5,96	0,79	13	48	36	12	2,4	1,3	0,18	0,98	0,13	1,40	1,6	91	215	3,0	21
460	Oppstrøms Hunsfoss	18.08.99	5,80	0,86	12	58	43	15	2,5	1,3	0,18	0,97	0,19	1,50	1,6	94	235	3,0	22

NIVA 4244-2000

St.nr		DATO	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	TOT-N µg/L	TOT-P µg/L	ANC µekv/L
460	Oppstrøms Hunsfoss	22.09.99	5,81	0,88	14	68	53	15	2,8	1,5	0,21	1,08	0,23	1,60	1,7	108	255	4,0	26
460	Oppstrøms Hunsfoss	18.10.99	5,81	0,84	13	64	50	14	2,5	1,4	0,19	0,95	0,19	1,50	1,8	104	225	3,0	17
460	Oppstrøms Hunsfoss	17.11.99	5,78	1,07	13	79	59	20	2,5	1,5	0,21	1,06	0,21	1,60	1,9	134	260	2,0	28
460	Oppstrøms Hunsfoss	15.12.99	5,55	0,89	9	100	65	35	2,3	1,7	0,24	1,25	0,21	2,40	2,0	138	250	2,0	5
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>Mid</b>	<b>5,79</b>	<b>0,91</b>	<b>13</b>	<b>66</b>	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>2,3</b>	<b>1,50</b>	<b>0,21</b>	<b>1,10</b>	<b>0,20</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>126</b>	<b>247</b>	<b>3,1</b>	<b>20</b>
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>Min</b>	<b>5,44</b>	<b>0,79</b>	<b>9</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,31</b>	<b>0,18</b>	<b>0,95</b>	<b>0,13</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>	<b>91</b>	<b>215</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>460</b>	<b>Oppstrøms Hunsfoss</b>	<b>Maks</b>	<b>6,08</b>	<b>1,07</b>	<b>20</b>	<b>113</b>	<b>69</b>	<b>44</b>	<b>2,9</b>	<b>2,04</b>	<b>0,29</b>	<b>1,66</b>	<b>0,24</b>	<b>2,9</b>	<b>2,2</b>	<b>190</b>	<b>340</b>	<b>4</b>	<b>28</b>
492	Evje	11.01.99	5,90	0,85	14	58	42	16	1,8	1,3	0,18	0,94	0,17	1,30	1,7	132	240	2,0	21
492	Evje	09.02.99	5,91	0,89	16	54	39	15	1,6	1,3	0,18	0,92	0,17	1,30	1,6	131	245	2,0	24
492	Evje	10.03.99	6,00	0,91	18	39	28	11	1,4	1,3	0,17	0,92	0,17	1,40	1,5	132	220	2,0	24
492	Evje	12.04.99	5,87	0,84	13	55	42	13	1,8	1,3	0,18	0,91	0,17	1,40	1,6	135	240	3,0	18
492	Evje	14.05.99	5,99	0,89	20	46	34	12	1,7	1,3	0,19	0,94	0,19	1,40	1,5	128	240	3,0	26
492	Evje	08.06.99	6,05	1,62	23	43	32	11	1,9	1,9	0,25	1,11	0,29	1,80	2,6	323	495	8,0	29
492	Evje	08.07.99	5,79	0,82	19	71	53	18	3,8	1,2	0,18	0,91	0,28	1,40	1,6	4	325	19,0	29
492	Evje	11.08.99	5,95	0,71	12	55	42	13	2,5	1,2	0,15	0,87	0,24	1,40	1,4	74	260	11,0	18
492	Evje	13.09.99	5,89	0,70	13	42	28	14	2,9	1,2	0,16	0,80	0,23	1,20	1,4	91	280	5,0	19
492	Evje	18.10.99	5,98	0,77	13	48	39	9	2,3	1,2	0,16	0,81	0,17	1,20	1,5	97	220	3,0	19
492	Evje	15.11.99	5,91	0,81	16	56	41	15	3,8	1,3	0,17	0,86	0,18	1,30	1,6	114	235	3,0	18
492	Evje	13.12.99	5,90	0,81	20	58	40	18	2,0	1,4	0,18	0,89	0,17	1,50	1,7	123	235	2,0	12
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>Mid</b>	<b>5,93</b>	<b>0,89</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	<b>14</b>	<b>2,3</b>	<b>1,32</b>	<b>0,18</b>	<b>0,91</b>	<b>0,20</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>	<b>124</b>	<b>270</b>	<b>5,3</b>	<b>21</b>
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>Min</b>	<b>5,79</b>	<b>0,70</b>	<b>12</b>	<b>39</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>1,4</b>	<b>1,16</b>	<b>0,15</b>	<b>0,80</b>	<b>0,17</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>	<b>4</b>	<b>220</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>492</b>	<b>Evje</b>	<b>Maks</b>	<b>6,05</b>	<b>1,62</b>	<b>23</b>	<b>71</b>	<b>53</b>	<b>18</b>	<b>3,8</b>	<b>1,94</b>	<b>0,25</b>	<b>1,11</b>	<b>0,29</b>	<b>1,8</b>	<b>2,6</b>	<b>323</b>	<b>495</b>	<b>19</b>	<b>29</b>
535	Ose	27.01.99	6,11	0,96	23	17	13	4	0,9	1,2	0,17	0,83	0,15	1,20	1,3	128	180	3,0	32
535	Ose	24.02.99	6,34	0,99	26	16	11	5	0,8	1,2	0,17	0,83	0,19	1,40	1,4	122	210	2,0	27
535	Ose	23.03.99	6,42	0,99	28	17	13	4	1,0	1,3	0,18	0,83	0,14	1,20	1,4	126	190	1,0	32
535	Ose	27.04.99	5,62	0,80	11	94	69	25	2,3	1,3	0,19	1,06	0,13	1,60	1,6	118	200	2,0	18
535	Ose	08.06.99	5,77	0,55	6	103	79	24	3,2	1,0	0,11	0,74	0,17	0,90	1,2	69	225	4,0	18
535	Ose	05.08.99	6,12	0,77	13	19	15	4	1,0	1,1	0,15	0,79	0,17	1,30	1,3	98	160	1,0	19
535	Ose	06.09.99	6,42	0,89	27	18	13	5	1,1	1,2	0,16	0,79	0,19	1,10	1,3	96	168	1,0	32
535	Ose	16.10.99	5,95	0,88	20	67	54	13	2,2	1,2	0,18	0,85	0,17	1,20	1,6	97	185	2,0	26
535	Ose	08.11.99	5,80	0,69	11	60	46	14	1,8	1,1	0,16	0,79	0,13	1,30	1,5	100	185	2,0	10
535	Ose	14.12.99	6,11	0,83	21	26	20	6	1,0	1,2	0,16	0,78	0,16	1,30	1,3	108	175	1,0	21
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>Mid</b>	<b>6,07</b>	<b>0,84</b>	<b>19</b>	<b>44</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,83</b>	<b>0,16</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>106</b>	<b>188</b>	<b>1,9</b>	<b>23</b>
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>Min</b>	<b>5,62</b>	<b>0,55</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,02</b>	<b>0,11</b>	<b>0,74</b>	<b>0,13</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>69</b>	<b>160</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
<b>535</b>	<b>Ose</b>	<b>Maks</b>	<b>6,42</b>	<b>0,99</b>	<b>28</b>	<b>103</b>	<b>79</b>	<b>25</b>	<b>2,7</b>	<b>1,34</b>	<b>0,19</b>	<b>1,06</b>	<b>0,19</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>128</b>	<b>225</b>	<b>4</b>	<b>32</b>



**B.2 Termostabile koliforme bakterier (TKB)**

<b>Stasjon</b>	<b>Navn</b>	<b>Dato</b>	<b>Bakt</b>
0	Steinsfossen	15.06.1999	<10
1	Nesane	15.06.1999	<10
2	Brannstasjonen	15.06.1999	10
3	Vigeland gård	15.06.1999	<10
4	Skjebua	15.06.1999	50
5	Kvarstein	15.06.1999	10
6	Hagen	15.06.1999	20
7	Skråstad	15.06.1999	50
8	Påskeberget	15.06.1999	40
9	Gyldenløvesgt.	15.06.1999	10
10	Tangen	15.06.1999	10
0	Steinsfossen	22.06.1999	<10
1	Nesane	22.06.1999	<10
2	Brannstasjonen	22.06.1999	<10
3	Vigeland gård	22.06.1999	<10
4	Skjebua	22.06.1999	10
5	Kvarstein	22.06.1999	<10
6	Hagen	22.06.1999	<10
7	Skråstad	22.06.1999	10
8	Påskeberget	22.06.1999	40
9	Gyldenløvesgt.	22.06.1999	10
10	Tangen	22.06.1999	<10
0	Steinsfossen	29.06.1999	<10
1	Nesane	29.06.1999	20
2	Brannstasjonen	29.06.1999	10
3	Vigeland gård	29.06.1999	10
4	Skjebua	29.06.1999	<10
5	Kvarstein	29.06.1999	<10
7	Skråstad	29.06.1999	30
8	Påskeberget	29.06.1999	40
9	Gyldenløvesgt.	29.06.1999	30
10	Tangen	29.06.1999	120
0	Steinsfossen	06.07.1999	<10
1	Nesane	06.07.1999	<10
2	Brannstasjonen	06.07.1999	<10
3	Vigeland gård	06.07.1999	110
4	Skjebua	06.07.1999	60
5	Kvarstein	06.07.1999	20
6	Hagen	06.07.1999	40
7	Skråstad	06.07.1999	30
8	Påskeberget	06.07.1999	70
9	Gyldenløvesgt.	06.07.1999	70
10	Tangen	06.07.1999	40
0	Steinsfossen	13.07.1999	<10
1	Nesane	13.07.1999	<10
2	Brannstasjonen	13.07.1999	10
3	Vigeland gård	13.07.1999	40
4	Skjebua	13.07.1999	70
5	Kvarstein	13.07.1999	10
6	Hagen	13.07.1999	30
7	Skråstad	13.07.1999	50
8	Påskeberget	13.07.1999	10
9	Gyldenløvesgt.	13.07.1999	10
10	Tangen	13.07.1999	3300
0	Steinsfossen	20.07.1999	<10
1	Nesane	20.07.1999	10
2	Brannstasjonen	20.07.1999	<10
3	Vigeland gård	20.07.1999	120
4	Skjebua	20.07.1999	130
5	Kvarstein	20.07.1999	110
6	Hagen	20.07.1999	120
7	Skråstad	20.07.1999	230
8	Påskeberget	20.07.1999	90
9	Gyldenløvesgt.	20.07.1999	250
10	Tangen	20.07.1999	110
0	Steinsfossen	27.07.1999	10

---

<b>Stasjon</b>	<b>Navn</b>	<b>Dato</b>	<b>Bakt</b>
1	Nesane	27.07.1999	<10
2	Brannstasjonen	27.07.1999	<10
3	Vigeland gård	27.07.1999	70
4	Skjebua	27.07.1999	50
5	Kvarstein	27.07.1999	80
6	Hagen	27.07.1999	130
7	Skråstad	27.07.1999	40
8	Påskeberget	27.07.1999	30
9	Gyldenløvesgt.	27.07.1999	<10
10	Tangen	27.07.1999	30
0	Steinsfossen	03.08.1999	20
1	Nesane	03.08.1999	10
2	Brannstasjonen	03.08.1999	<10
3	Vigeland gård	03.08.1999	210
4	Skjebua	03.08.1999	240
5	Kvarstein	03.08.1999	230
6	Hagen	03.08.1999	60
7	Skråstad	03.08.1999	70
8	Påskeberget	03.08.1999	70
9	Gyldenløvesgt.	03.08.1999	60
10	Tangen	03.08.1999	20
0	Steinsfossen	10.08.1999	<10
1	Nesane	10.08.1999	10
2	Brannstasjonen	10.08.1999	<10
3	Vigeland gård	10.08.1999	20
4	Skjebua	10.08.1999	<10
5	Kvarstein	10.08.1999	20
6	Hagen	10.08.1999	10
7	Skråstad	10.08.1999	50
8	Påskeberget	10.08.1999	<10
9	Gyldenløvesgt.	10.08.1999	30
10	Tangen	10.08.1999	50

# Vedlegg C. Primærdata – begroing

## C1. Begroingsorganismer i juli, Otra 1993, -94, -95, -96 -97 og -99.

Mengdeangivelse: se under vedlegg C3 (Kiselalger).

	Otra - Juli																								
	st.1						st.2						st.3						st.4						
	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	
<b>Blågrønnalger (Cyanophyceae)</b>																									
Aphanocz																									
Caps bre																									
Cham pol									xx		xx														
Gloe san																									
Gloeocapsae			x			x																			
Hapa fon																									
Hapa hib				x	x						x							1						xx	
Homo bat																									
Homoeotz				x																					
Lyng per					x																				
Lyngbyaz																						xx			
Meri gla																									
Meri pun			x	x		x	x	x		x									x				x	x	
Osci lim																									
Osci princeps						+																		1	
Oscillaz																						x			
Schizotz					x																			x	
Scyt mir	1	2	2	1	xx	3													1	xx				xx	
Scyt sta	1	xx	1	xx	xx		x				1				x	x		x	1	1	xx		x	x	
Stig cf. horm						x																			
Stig mam	5	5	4	4	5	4			xx		x		1			x	x	2						1	
Stig oce				x	x																				
Uidecyacoc		x	xx	xx		x			xx				1			x				xx	xxx	xx			
Uidecyatri					x	x	x									x			1		xx	xx	xx	1	
<b>Grønnalger (Chlorophyceae)</b>																									
Binu tec	xx	xx	xx	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx	xx	xx	x	xx	x	x	2		1	1	xx	xx	xx	xx	
Bulbochz		x		x	xx	x				xx	1							2	xx				x	xx	
Closterz							x	x	x	x					x	x					xx	x		x	
Cosm pyg																									
Cosmariz	xx	x	x	x	x	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	x		xxx	xx	x	x		x	x		xx	x	
Euas bid																								x	
Euastruz																								x	
Horm riv																									
Hormidiz							1	1			xx														
Gloeotilia sp.									xx						xx										
Gymnozyga moniliformis																								x	
Micr amo							x													x					
Micr pal	1	1	1	1		1	3	3	2	1		3	1	1	1	1	2	5	2	2	xx	1	xxx	xxx	
Mi pa;mi	1	1	xx	xx		xx	1	x	xx	5	5	xxx	1	1	xx	5	5	1	x	1		4	1	2	
Microspz																					xx				
Moug a	x	x	xx	xx	xxx	xx			xx	x	xx	x	x		xxx	xxx	xx	xx	x	x	x	xx	xx	x	
Moug a/b (15u)				x					1	xx	x				xx				x				1	x	
Moug sp. (18-20u)																									
Moug d (22-25u)						x					xx	x													
Netriumz																									
Oedo a				x	x	x	x	x	xx		x				xx	x	x	x	x					x	
Oedo b (14-18u)									1						1						1			x	
Peniumz	xx	x	xx	xx	xx	xx	x		xxx	xxx	xx	xx	x		x				xx	x			x	xx	
Scenedez																								x	
Scih gel									xx												xx				
Spirogyz (28-30u,1K,L,svart)																									
Stigeocz															xx										
Uide coc													xx												
Zygn a			xx	x			x																		
Zygo sp3	4	4	5	5	5	5			xx	xx	x	x								x		xx		xx	
<b>Euglenophyceae (Euglenophyceae)</b>																									
Trachelz							x	x					x												
<b>Gullalger (Chrysophyceae)</b>																									
<b>Gulgrønnalger (Xanthophyceae)</b>																									
Xant spl	x	x	x	xx			xxx	xxx	xx	x			xx	xx	x				xx	x					
<b>Rødalger (Rhodophyceae)</b>																									
Batr tur			1	1	x	1						4					1	1	3				1		1
<b>Moser (Bryophyta)</b>	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5	4	4	3	3	4	4	4	
Blin acu									1	1			1		1		1								
Font dal							2	1	2	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	
Hygr och							2	2		2	1						1		1			1	1	1	
Marsupez	3	2	2	1	1	1									1										
Nard com	3	4	3	4	4	4				1	1	3				2	1	3				2	1	2	
Scapanz	2	1	1	1	1	1							4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
Uide lev							2	2	2	1	2	1		1					2	1	1				

C1. (forts.)

	Otra - Juli																							
	st.1					st.2					st.3					st.4								
	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99
<b>Nedbrytere/konsummeter</b>																								
Bakt agg				x			1	1	3	xxx	x	xx	1	2	3	xxx	x	xx	xxx	xxx	3	xx	x	x
Bakt sta							1	xxx	xxx	x		xx	1	xx	xx				xxx	xx	xx		x	x
Bakt trå							xx	xx	xx	xx	x		xx	xx	xx	xxx			xx	xx	xx	xx	x	xx
Jern bakt agg			xxx	xx	xx	xx			x	x	xx	xx	1	xx	xx	xx	xx	xx			xxx	xxx	xx	xx
Fusa aqu % dekning							30	40	10		xx		20	30	5				10	30	2			
Sopp hyf							1	1	1	x	xx		1	xxx	x	x	xxx							
Sopp spo																x								
Spaeretz																								
Flag far			x	x			xx	xx	xx	x			xx	xx	xx	x			xx	xx				x
Cili uid	x		x				xx	xx	xx	xx			xx	xxx	xx	x			xx	xx	xx			
Cilin uid koloni																								+
<b>Diverse</b>																								
Fibre	xx	xx	x	x	x		xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxx	xxx

**C2. Begroingsorganismer i september. Otra 1993, -94, -95, -96, -97, -99.**

Mengdeangivelse: se under vedlegg C3 (Kiselalger).

	September																							
	st.1						st.2						st.3						st.4					
	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99	93	94	95	96	97	99
<b>Blågrønnalger (Cyanophyceae)</b>																								
Aphanocz				x																				
Caps bre						x																		
Chroocoz																								
Clas set										x													x	
Gloeocaz											x													
Hapa fon																		x						xx
Hapa hib				xx	x	x				x	x							xx					x	x
Homo bat												xx												2
Homoeotz																								x
Lyng per						x																	xx	
Lyngbyaz																								
Meri gla																		x						
Meri pun		x		x	x	xx				xx	x							xx					x	x
Osci lim																							1	x
Osci princeps																								
Oscillaz															xx								x	
Schizotz																								
Scyt mir	1	1	1	1	xxx	x				x													x	x
Scyt sta	1	1	1	xx	x	x					xx		1	x				x	x	1	1		x	xx
Stig cf. horm																								
Stig mam	5	5	4	4	4	4					xx	1							1	xx			1	xxx
Stig oce											xx													2
Uidecyacoc		xx				x	1	xx	x										xx				xx	
Uidecyatri				xx		xx	1			xx												xxx	4	xx
<b>Grønnalger (Chlorophyceae)</b>																								
Binu tec	1	1	xx	xx	x	xxx		xx	x	xx	x	x		xx				xx	1	xx	x			x
Bulbochz		1	xx		xx	2 %			x		x	x						x						1
Closterz									x														xx	
Cosm pyg										xx														
Cosmariz	xx	x	x	x	x			xx	xx		x			xx	x	x	x			x	x	x	x	
Euas bid																								
Euastruz																								
Horm riv												x												
Hormidiz						x	1	x					xxx	x				x		xxx	1		x	
Gloeotilia sp.															x									
Gymnozyga moniliformis																							x	
Micr amo																								
Micr pal	1	x	x	xx		xx	1	1	2	1	5	4	1		1	4	2	50 %	1	1	xx	xx	4	5
Mi pa;mi					x	x			xx	1	xx	xxx			xx	2	x	xxx		xxx	xx	xx	x	3
Microspz									x	x														
Moug a		xx	x	x	x				xx	x	x	x		xx	xxx	xxx		xx		xx	x			xx
Moug a/b (15u)	xx			x	xx	xxx			xxx	2	x	x		x	x	x		x		x				
Moug sp. (18-20u)																								
Moug d (22-25u)					x	x			2	1														
Netriumz		xx					xx						xx											
Oedo a				x		x			xxx	xx		x			x	x	x	x	1		xxx			xx
Oedo b (14-18u)									2									x						
Peniumz	x	xxx	xx	xx	xx	x	xx	x	x	x	x		xxx	xx	xx				xxx	x			xx	
Scenedez									x	x													xx	xx
Scih gel																								
Spirogyz (28-30u,1K,L,svart)					1																			
Uide coc	xx		x	x							x									xxx				
Zygn a	3																							
Zygo sp3	3	4	5	5	5	60 %	1		2	2	xxx	xx	xx	1	xx	x	x							
<b>Euglenophyceer (Euglenophyceae)</b>																								
Trachelz		x	x					x						xx						x				
<b>Gullalger (Chrysophyceae)</b>																								
Chrysoxys maior																							xxx	
Epiphyxix sp.						xx																		xx
<b>Gulgrønnalger (Xanthophyceae)</b>																								
Xant sp1	xxx	xx																						
<b>Rødalger (Rhodophyceae)</b>																								
Batr tur				1	1	3				1		4			1	1		3			x	x		x
Moser (Bryophyta)	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	5	2	2	3	4	2	3	4	4	3	3	4	4
Blin acu						1						1												
Font dal							2	2	2	1	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Hygr och							1	1	1	1		1							1	1				1
Marsupez	3	2	2	2	3	3					2													
Nard com	3	3	3	3	1	1				1	1				1	1	1	3			2	2	2	3
Scapanz	2	1	1	1	2	2							4	3	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1
Uide lev							2	1	1	1	3	2							2	2			4	1
<b>Nedbrytere/konsumeter</b>																								
Bakt agg			xx	xx	x	x			2	2	xxx	xx			1	2	xx	xx	2	xxx	2	1	xx	x
Bakt sta							xxxx	xx	xxx	xx	x		xxxx	x	x	xx	x		xxxx	xxx	xx	x	xxx	
Bakt trä									xxx	1					xx	xx					x	x		
Jern bakt agg			xxx	xxx	xx	xx			x	xxx	xx	x			xx	xx	xx	x			x	xxx	xx	x
Fusa aqu % dekning							5	5	5	2	2		4	5	3	xx	xxx							
Sopp hyf	x						x	x	x	x	xx		xx	xx	x	xx	xx	xxx	xx	x	x			
Sopp spo							x	x													x	x		
Spaerotz										xxxx	xx	x												
Flag far	xx		x				xx	xx	xx				xx	xx	xx				xx	xx	xx			
Cili uid	x		x						xx	xxx	x	x			x	xx	xx			x	xx	xxx	x	
Cilin uid koloni						1																	1	xxx
<b>Diverse</b>																								

Fibre	x	x	x	xxxx	xx	xxxx	xxxx	4	xxx	xxxx	xx	xxxx	xxx	x	xxxx	xx	xxx	xx	3	x
-------	---	---	---	------	----	------	------	---	-----	------	----	------	-----	---	------	----	-----	----	---	---

### C3. Kiselalger i Otra, juli og september 1997 og 1999.

Kiselalger - Rubinkode	Juli								September							
	St.1		St.2		St.3		St.4		St.1		St.2		St.3		St.4	
	97	99	97	99	97	99	97	99	97	99	97	99	97	99	97	99
Achn kry			x		x					x			x			
Achn min														x		
Achnantz			x		x		x	x	x					x		x
Anom bra			x			x	x			x	x	x			x	
Anom vit			x					x								x
Anomoeoz																
Anph hem																
Aste ral																
Aula lir									x							
Aulacosz								x								
Cymatopz																
Cymb gra			x		x								x		x	
Cymb sp.	x				x		x		x					x		
Cymb ven			x		x		x						x		x	
Eu tr;pe																
Euno arc	x		x		x		x		x							
Euno bac											x					
Euno bil	xx	xx	xx	x	xx	x	xx	x		x	x	x	xxx	x	x	x
Euno exi	xx	xx	xx	x	x		x	x	x	x	xx		xx		xxx	
Euno fab	x	x	x		x						x		x	x		x
Euno pec	x			x	x					x	x	x	xx		x	
Euno ven	xx	xx	x	xx	x	xx	x	x	xx	x	xxx	xx	xx	x	xxx	x
Eunotiaz	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x
Fr rh;sa	x	x	x	x	x		x			xx		x	x		x	x
Frag old			x					x		x						
Frus rho																
Gomp acu																
Nav i kra							x	x			xx		x		x	
Navi cry	x		x		xx		x	x	x		xx		xxx		xx	
Navi rad								x								
Navi sub	x	x	x							x		x			x	
Naviculz	x				x		x		xx	x	x				x	x
Nitzschz																
Pero fib	xx	xx	x		x	x	x		x	xx	x	x	x	x	x	x
Pinn hil							x				x		x		x	
Pinnulaz	x		x				x		x						x	
Stauronz	xx															
Sten int	x		x					x								
Surirelz								x		x						
Tabe bin																
Tabe flo	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	xxx	xxx	xx
Tabe qua	xx	x	xx	x	xx	xx	xx	x	x	x	x	x	x	xx	x	x
Uide pen	xx	x	xx	x	xx		xx		xx		xx	x	xx		xx	x
<b>Totalt artsantall</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>13</b>

#### Mengdeangivelse vedlegg C1 og C2 (alle begroingsorganismer untatt kiselalger):

Tall angir % av elveleiet dekket av begroing, *dekningsgrad*: 1:>5%, 2:5-10%, 3:10-20%, 4:20-50%, 5:50-100%  
Organismer som vokser på/blandt disse er angitt med: x: sjelden, xx: sparsom, xxx: vanlig, xxxx: hyppig

#### Mengdeangivelse vedlegg C3 (kiselalger):

x: sjelden, xx: sparsom, xx: vanlig, xxxx: hyppig, xxxxx: dominerende

## Vedlegg D. Primærdata – fisk

### D.1 Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Otra 7.-8.8.99

ST.	AREAL m <sup>2</sup>	FANGST				BEREGNET TETTHET/100 m <sup>2</sup>				ANDRE ARTER
		LAKS		ØRRET		LAKS		ØRRET		
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	150	-	-	74	1	-	-	54,2	0,7	
2	120	7 <sup>°</sup>	7 <sup>**</sup>	14 <sup>°</sup>	0*	5,9	6,1	12,7	0	Ål, abbor
3	120	53	2	31	0	54,1	1,7	33,1	0	
4	112	34	0	16	0	37,4	0	16,3	0	
5	132	43	2	29	0	43,1	1,7	23,3	0	Ål
6	100	15	0	30	0	25,0	0	39,8	0	Ål
7	100	12	0	14	0	13,7	0	15,2	0	
8	125	22	1	37	1*	19,7	0,8	47,1	0,8	Ål, niøye
9	125	46	0	14	0	48,5	0	12,8	0	Ål
10	125	32	0	46	0	29,3	0	73,8	0	Ål
1/2-10 Gj.sn.	1209/1059	264	12	305	2	32,9±5,3 30,7±15,4	1,2±0,1 1,1±1,9	31,8±4,0 32,8±19,7	0,2±0,0 0,2±0,3	
11	100	55	0	44	2	59,1	0	45,2	2,0	Ål
12	100	62	7	29	4	86,2	7,1	30,4	4,0	Ål
13	80	0	15	17	16	0	19,2	22,3	20,2	Bekkerøye
14	80	1	21	32	27	1,3	26,5	44,4	33,8	Bekkerøye
15	100	0	1	16	15	0	1,0	16,0	17,6	
16	105	15	12	36	4	14,3	11,7	38,0	5,6	Ål
11-16 Gj.sn.	565	133	56	174	68	26,3±2,6 26,8±33,7	10,1±0,4 10,9±9,5	32,3±1,5 32,7±10,9	12,3±0,5 13,9±11,2	

° supplerende innsamling av ørretyngel; ved stasjon 2: 6 individer

\* supplerende innsamling av eldre ørret; ved stasjon 2: 4 individer, ved stasjon 8: 7 individer

°° supplerende innsamling av laksyngel; ved stasjon 2: 1 individ

\*\* supplerende innsamling av eldre laks; ved stasjon 2: 1 individ

## D.2 Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Otra - lakseførende del i 1998-1999

Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet 1, tetthet 2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavviket angitt i parentes.

ÅR	1998	1999
Dato	30.8.	7.-8.8.
Ant. stasjoner	9/10	9/10
Areal, m <sup>2</sup>	1136/1286	1059/1209
<b>LAKS 0+</b>		
Utbredelse	100	100
Tetthet 1	11,9(9,3)	32,9(5,3)
Tetthet 2	7,1(5,0)	30,7(15,4)
Median	5,2	29,3
Min. tetthet	3,1	5,9
Max. tetthet	17,7	54,1
<b>LAKS ≥1+</b>		
Utbredelse	11	44
Tetthet 1	0,1(0,1)	1,2(0,1)
Tetthet 2	0,1(0,2)	1,1(1,9)
Median	0	0
Min. tetthet	0	0
Max. tetthet	0,6	6,1
<b>ØRRET 0+</b>		
Utbredelse	100	100
Tetthet 1	16,8(2,1)	31,8(4,0)
Tetthet 2	14,5(12,0)	32,8(19,7)
Median	10,4	28,2
Min. tetthet	4,6	12,7
Max. tetthet	47,9	73,8
<b>ØRRET ≥1+</b>		
Utbredelse	40	20
Tetthet 1	0,3(0,0)	0,2(0,0)
Tetthet 2	0,3(0,4)	0,2(0,3)
Median	0	0
Min. tetthet	0	0
Max. tetthet	0,9	0,8



### D.3 Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Otra - sidebekker lakseførende del (Høiebekken, Lonanebekken og Straisbekken) 1998-1999

Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet 1, tetthet 2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavviket angitt i parentes.

ÅR	1998	1999
Dato	30.8.	7.-8.8.
Ant. stasjoner	4	6
Areal, m <sup>2</sup>	343	565
<b>LAKS 0+</b>		
Utbredelse	100	67
Tetthet 1	8,9(3,4)	26,3(2,6)
Tetthet 2	8,6(3,1)	26,8(33,7)
Median	9,7	7,8
Min. tetthet	3,4	0
Max. tetthet	11,6	86,2
<b>LAKS ≥1+</b>		
Utbredelse	75	83
Tetthet 1	16,1(1,6)	10,1(0,4)
Tetthet 2	15,1(11,5)	10,9(9,5)
Median	15,9	9,4
Min. tetthet	0	0
Max. tetthet	28,7	26,5
<b>ØRRET 0+</b>		
Utbredelse	100	100
Tetthet 1	8,2(0,2)	32,3(1,5)
Tetthet 2	8,6(2,8)	32,7(10,9)
Median	7,3	34,2
Min. tetthet	6,5	16,0
Max. tetthet	13,3	45,2
<b>ØRRET ≥1+</b>		
Utbredelse	100	100
Tetthet 1	18,0(1,7)	12,3(0,5)
Tetthet 2	22,1(14,8)	13,9(11,2)
Median	19,4	11,6
Min. tetthet	7,1	2,0
Max. tetthet	42,4	33,8